MANUALE PRATICO DI AR/VR PER L'EDUCAZIONE STEM NELLE SCUOLE

Guida per gli insegnanti all'integrazione della realtà aumentata e virtuale nei programmi di scienze, tecnologia, ingegneria e matematica

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.
Co-funded by the European Union

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

INFORMAZIONI SUL PROGETTO

Questo manuale è un output del progetto STEM-IT ed è stato realizzato da MATHEMAGENESIS.

Titolo completo del progetto: STEM-IT: tecnologie immersive nell'educazione STEM

Numero di riferimento del progetto: 2024-1-EL01-KA220-SCH-000246643

Programma di finanziamento: Programma Erasmus+ dell'Unione europea

Azione chiave: KA220-SCH – Partenariati di cooperazione nel settore dell'istruzione scolastica

Sito web: https://stem-it.eu/it/

IL CONSORZIO

Il partenariato è composto dalle seguenti organizzazioni:

- Ethniko Kai Kapodistriako Panepistimio Athinon - Greece - Coordinator
- Mathemagenesis Idiotiki Kefalaiouchiki Etaireia - Greece
- Dieythinsi Deyterobathmias Ekpaideyshs Anatolikhs Thessalonikis - Greece
- VITECO S.R.L. - Italy
- S.C.P.Serv Limited - Cyprus
- Newark Smo Ltd - Malta

DISCLAIMER EU

Cofinanziato dall'Unione europea. Le opinioni espresse appartengono, tuttavia, al solo o ai soli autori e non riflettono necessariamente le opinioni dell'Unione europea o dell'Agenzia esecutiva europea per l'istruzione e la cultura (EACEA). Né l'Unione europea né l'EACEA possono esserne ritenute responsabili.

INDICE:

PARTE I: APPLICAZIONI PRATICHE DI AR/VR PER L'INSEGNAMENTO DELLE DISCIPLINE STEM..... 8
Capitolo 1. Comprendere le tecnologie e gli strumenti AR/VR per le STEM..... 8
1.1: Definire AR e VR: qual è la differenza?..... 8
Realtà aumentata (AR):..... 9
Realtà virtuale (VR):..... 9
1.2 Hardware per le classi STEM..... 9
Soluzioni gratuite: utilizzare ciò che hai già..... 9
Soluzioni a basso costo..... 10
Investimenti di fascia intermedia:..... 10
1.3 Software per le classi STEM..... 11
Piattaforme gratuite..... 11
Opzioni gratuite con funzionalità premium..... 11
Strumenti open source..... 11
Riferimenti rapidi per argomento..... 12
1.4. Vantaggi e sfide dell'AR/VR nell'educazione STEM..... 12
Principali vantaggi dell'AR/VR nell'educazione STEM..... 13
Sfide di implementazione (e soluzioni)..... 13
Sintesi del capitolo..... 14
Riferimenti..... 14
Capitolo 2. Strategie pedagogiche: come integrare efficacemente l'AR/VR in classe.. 15
2.1 Approcci pedagogici con l'AR/VR..... 15
Approccio 1: Apprendimento attivo..... 15
Approccio 3: Allineamento costruttivo..... 17
2.2 Gestione della classe con l'AR/VR..... 17
Fase 1 – Familiarizzazione (settimane 1-2)..... 17
Fase 2 – Esplorazione guidata (settimane 3-4)..... 17
Fase 3 – Integrazione (dalla 5° settimana in poi)..... 18
Sicurezza e supervisione..... 18
2.3 Strategie di valutazione nell'apprendimento con AR/VR..... 18
Valutazione basata sulla performance..... 19
Rubriche di valutazione e allineamento costruttivo..... 19
Sintesi del capitolo..... 20
Riferimenti..... 20
Capitolo 3: AR/VR per le scienze ambientali, climatiche e della terra..... 22
3.1 Cambiamento climatico e migrazione..... 22
Suggerimenti per insegnare il cambiamento climatico con l'AR/VR..... 22
Strumenti gratuiti e accessibili sul clima..... 23
Riferimenti bibliografici della sezione 3.1..... 24
3.2: Geologia e geografia..... 24
Suggerimenti per insegnare geologia e geografia con l'AR/VR..... 25
Suggerimento 1: utilizzare la VR prima di una visita didattica..... 25

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Suggerimento 2: combinare diversi tipi di dati....25
Suggerimento 3: non lasciare indietro nessuno studente....25
Riferimenti bibliografici della sezione 3.2....26
3.3: Atmosfera ed effetto serra....26
Suggerimenti per insegnare l'atmosfera e l'effetto serra con l'AR/VR....27
Suggerimento 1: utilizzare simulazioni interattive per visualizzare concetti invisibili, come i gas serra....27
Suggerimento 2: mostrare i cambiamenti nel lungo periodo attraverso visualizzazioni time-lapse....27
Suggerimento 3: consentire agli studenti di sperimentare scenari diversi....27
Strumenti gratuiti e accessibili su atmosfera e effetto serra....28
Riferimenti bibliografici della sezione 3.3....28
Capitolo 4: Strumenti AR/VR per un apprendimento sicuro della chimica....30
Suggerimenti per insegnare la chimica in sicurezza con l'AR/VR....30
Strumenti gratuiti e accessibili per la chimica....31
Riferimenti bibliografici....31
Capitolo 5: Strumenti AR/VR per una biologia inclusiva....32
Suggerimenti per le lezioni di biologia con l'AR/VR....32
Strumenti gratuiti e accessibili per la biologia....33
Riferimenti bibliografici....33
Capitolo 6: Strumenti AR/VR per una fisica interattiva....34
Suggerimenti per utilizzare l'AR/VR nelle lezioni di fisica....34
Suggerimento 1: accelerare o rallentare il tempo per osservare ciò che accade realmente....34
Suggerimento 2: mostrare la fisica da punti di vista diversi per comprendere meglio il movimento....34
Suggerimento 3: trasformare la fisica in un gioco....35
Strumenti AR/VR gratuiti e accessibili per la fisica....35
Riferimenti bibliografici....35
PARTE II: BUONE PRATICHE GLOBALI PER L'AR/VR NELLE DISCIPLINE STEM....36
Capitolo 7: Casi studio europei....36
7.1 Caso studio Cipro....36
Focus progettuale:....36
Contesto e panoramica:....36
Implementazione in classe....37
Evidenza dell'impatto....37
7.2: Caso studio Grecia....38
Focus progettuale:....38
Contesto e panoramica:....38
Implementazione in classe:....38
Evidenza dell'impatto:....39
7.3: Caso studio Malta....39
Focus progettuale:....39
Contesto e panoramica:....39
Implementazione in classe:....40

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Evidenza dell'impatto..... 40
7.4: Caso studio Italia..... 41
Focus progettuale:.....41
Contesto e panoramica:..... 41
Implementazione in classe:..... 41
Evidenza dell'impatto..... 42
Conclusione.....42
Riferimenti bibliografici:.....43
PARTE III: Celebrare le scienziate nelle discipline STEM.....44
Capitolo 8: Scienziate del clima e della Terra.....44
● Marie Tharp.....44
● Wangari Maathai..... 45
Capitolo 9: Chimiche..... 47
● Marie Curie.....47
● Stephanie Kwolek..... 47
Capitolo 10: Biologhe..... 49
● Rita Levi-Montalcini.....49
● Rosalind Franklin..... 49
Capitolo 11: Fisiche e scienziate dell'energia..... 51
● Fabiola Gianotti..... 51
● Fotini Markopoulou-Kalamara..... 52
● Androulla Vassiliou..... 52
Conclusione.....53
Riferimenti bibliografici..... 53
PARTE IV: Implementazione pratica..... 55
Capitolo 12: Guida rapida agli strumenti interattivi di STEM-IT..... 55
12.1 AR Tutor..... 55
AR Tutor - Strumento didattico per le STEM..... 55
Acidi, basi e sali con AR Tutor.....56
Creare libri con AR Tutor.....58
Passaggio 1: Registrarsi e accedere ad ARTutor.....58
Passaggio 2: Creare un nuovo libro..... 59
Passaggio 3: Aggiungere elementi in realtà aumentata..... 60
Passaggio 4: Aggiungere risorse digitali..... 61
Passaggio 5: Pubblicare e scansionare il materiale..... 61
12.2 VR Museum.....62
STEM-IT VR Museum - Mostra sul cambiamento climatico.....62
12.3 EnergyLab.....66
Accesso Insegnanti..... 66
Creazione di un corso..... 68
Iscrizione degli studenti..... 72
Registrazione degli studenti..... 73
Assegnazione degli studenti al corso..... 76
Utilizzo di EnergyLab VR: menu principale..... 77

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Creating Configurazione degli esperimenti tramite l'editor....79
Esperimento 1 - Trasferimento di calore e miscelazione dei liquidi....80
Esperimento 2 – Trasformazione del lavoro in calore mediante attrito....81
Esperimento 3 – Motore elettrico e formule....82
Esperimenti 4-6 – Attività esplorative....83
Accesso al laboratorio....84
Svolgimento degli esperimenti: visualizzazione dello studente....87
Esperimento 1 – Becher e miscelazione....87
Esperimenti 2-6....88
12.4 SCP 3D Model Viewer....89
Scaricare l'applicazione....89
Installare/avviare l'applicazione....90
Windows....90
Smartphone Android....90
Visore VR (standalone)....91
Visore VR (collegato al computer)....91
Utilizzare l'applicazione....91
Selezionare uno scenario....91
Comandi di base....93
Creare nuovi scenari per SCP 3D Model Viewer....97
Piano didattico....97
Scaricare modelli da Sketchfab....97
Creare nuovi scenari nel motore....100
Aprire il progetto....101
Comandi di base dell'interfaccia....102
Importare i modelli nel motore....104
Configurazione delle scene....107
Creare una nuova scena....107
Aggiungere un modello alla scena....109
Ridimensionare il modello, riferimento delle dimensioni....110
Aggiungere pin alla scena....112
Passare da una scena all'altra....114
Chiudere/Riaprire le scene....115
Impostare una scena come "Scena iniziale"....116
Riepilogo del processo di sviluppo dello scenario....116
Test....117
Esportare l'applicazione....117
Windows....117
Smartphone Android....120
VR....121
12.5 Delightex Edu....121
Delightex Edu nelle lezioni STEM....122
Mission Mars: Possiamo sopravvivere?....122
Costruire l'attività passo dopo passo....123

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.
Co-funded by the European Union

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Passaggio 1: Creare un account e aprire la dashboard..... 123
Passaggio 2: Creare un nuovo progetto 3D..... 124
Passaggio 3: Abbozzare il layout..... 125
Passaggio 4: Scegliere l'ambientazione..... 126
Passaggio 5: Aggiungere oggetti dalla Library..... 126
Passaggio 6: Aggiungere un modello 3D esterno..... 127
Passaggio 7: Aggiungere immagini, video o audio..... 127
Passaggio 8: Creare la sequenza didattica con CoBlocks..... 127
Passaggio 9: Condividere il progetto con gli studenti..... 129
12.6 Strumenti e risorse STEM-IT..... 130
12.7 Conclusione..... 131

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PARTE I: APPLICAZIONI PRATICHE DI AR/VR PER L'INSEGNAMENTO DELLE DISCIPLINE STEM

Capitolo 1. Comprendere le tecnologie e gli strumenti AR/VR per le STEM

Questo manuale si rivolge agli insegnanti di discipline STEM delle scuole secondarie di primo e secondo grado e intende fornire strumenti e suggerimenti pratici da utilizzare in classe, con l'obiettivo di aumentare il livello di interattività delle lezioni e rendere le materie più coinvolgenti e immersive per gli studenti. Per raggiungere questi obiettivi, tecnologie immersive come la realtà aumentata (AR) e la realtà virtuale (VR) possono rendere possibili, nelle aule di oggi, esperienze che fino a poco tempo fa sembravano irrealizzabili. Immaginate, ad esempio, i vostri studenti mentre entrano all'interno di una cellula umana, esplorano un vulcano oppure costruiscono molecole con le proprie mani. Grazie a queste tecnologie è possibile trasformare il modo di insegnare, rendendo tangibili concetti astratti e coinvolgendo gli studenti in esperienze che, con i metodi tradizionali, sarebbero troppo pericolose, invisibili o lontane per essere vissute direttamente (Atlanta Technology Professionals, 2024).

Questa prima parte del manuale presenta le principali tecnologie AR/VR e propone anche soluzioni economicamente accessibili per iniziare a integrarle nell'insegnamento delle discipline STEM.

Cosa imparerai

- Comprendere la differenza tra realtà aumentata (AR) e realtà virtuale (VR)
- Scoprire soluzioni hardware e software economicamente accessibili per l'insegnamento delle discipline STEM
- Riconoscere i vantaggi di questi strumenti e prepararsi ad affrontare le sfide più comuni
- Distinguere i diversi strumenti e individuare suggerimenti pratici per utilizzarli nei differenti ambiti STEM

1.1: Definire AR e VR: qual è la differenza?

Comprendere la differenza tra AR e VR aiuta a scegliere lo strumento più adatto ai propri obiettivi didattici. Vediamole nel dettaglio:

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Realtà aumentata (AR):

La realtà aumentata (AR) è una tecnologia che consente di sovrapporre al mondo reale contenuti digitali, come immagini, video, modelli 3D o dati. Per visualizzarli, gli studenti possono utilizzare uno smartphone, un tablet o appositi visori AR, osservando contemporaneamente l'ambiente reale e gli elementi virtuali.

Esempio nelle STEM: durante una lezione di biologia, uno studente può inquadrare con il tablet una pagina del libro di testo e vedere comparire un cuore tridimensionale che batte. Gli studenti possono ruotarlo, ingrandirlo per osservarne le valvole e visualizzare l'animazione del battito, continuando allo stesso tempo a consultare il libro.

Quando utilizzare l'AR? È particolarmente indicata quando gli studenti lavorano insieme nello stesso ambiente e possono utilizzare dispositivi già disponibili, propri o messi a disposizione dalla scuola.

Realtà virtuale (VR):

La realtà virtuale (VR) consiste in ambienti digitali completamente immersivi che sostituiscono la visione del mondo reale. Attraverso un visore VR, gli studenti vengono trasportati in spazi virtuali nei quali possono guardarsi intorno a 360 gradi e interagire con oggetti digitali.

Esempio nelle STEM: durante una lezione di chimica, uno studente può utilizzare un visore VR per entrare all'interno di una struttura molecolare, manipolare le molecole e osservare i risultati in un laboratorio virtuale sicuro e controllato.

Quando utilizzare la VR? È particolarmente adatta per esplorare luoghi o ambienti impossibili da visitare nella realtà, come l'interno di una cellula o lo spazio.

1.2 Hardware per le classi STEM

La scelta dell'hardware più adatto dipende dal budget dell'istituto, dall'infrastruttura tecnica disponibile, dalla fascia d'età degli studenti e dagli specifici obiettivi di apprendimento.

Di seguito sono presentate alcune soluzioni adatte a diverse disponibilità di budget.

Soluzioni gratuite: utilizzare ciò che hai già

- **Smartphone e tablet degli studenti:** la maggior parte delle applicazioni AR funziona sui dispositivi già posseduti dagli studenti. Si può valutare l'introduzione di giornate BYOD (Bring Your Own Device), durante le quali gli studenti utilizzano i propri dispositivi, così da rendere l'accesso alla realtà aumentata più semplice e senza costi aggiuntivi.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- **Tablet della scuola:** gli iPad e i tablet Android già disponibili negli istituti sono generalmente dotati di fotocamere compatibili con la maggior parte delle applicazioni educative AR, senza necessità di effettuare ulteriori acquisti.

Soluzioni a basso costo

- Google Cardboard rappresenta una delle soluzioni più economiche per utilizzare la realtà virtuale. Gli studenti inseriscono uno smartphone all'interno di un visore in cartone o plastica, che suddivide lo schermo in due immagini per creare un effetto tridimensionale. Sebbene offra un livello di interattività inferiore rispetto ai visori VR più avanzati, Google Cardboard costituisce un buon punto di partenza per brevi visite virtuali e per la visualizzazione di video a 360°.
- Merge Cube: è un dispositivo commerciale per la realtà aumentata di fascia di prezzo intermedia. Funziona insieme ad applicazioni AR per smartphone o tablet e consente di visualizzare oggetti 3D che gli studenti possono osservare e manipolare da diverse angolazioni.

Investimenti di fascia intermedia:

Visori VR autonomi: dispositivi come Meta Quest 3 offrono esperienze di realtà virtuale complete e sono dotati di controller manuali.



Si può valutare l'utilizzo di visori VR autonomi qualora l'istituto disponga del budget necessario. Un singolo visore può essere condiviso tra più classi attraverso una programmazione a rotazione.

Photo: studenti che utilizzano visori VR presso una stazione di ricarica, di Stem.T4L su Unsplash.

> 💡 **Consigli per iniziare**
>
> Si consiglia di iniziare utilizzando applicazioni AR gratuite sui tablet o sugli smartphone già in possesso degli studenti. Una volta acquisita maggiore familiarità con la realtà aumentata, e compatibilmente con le risorse disponibili, l'istituto può valutare l'acquisto di uno o due visori VR da utilizzare per attività specifiche.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1.3 Software per le classi STEM

Esistono numerose soluzioni gratuite o economicamente accessibili per utilizzare applicazioni AR/VR nell'apprendimento delle discipline STEM. Di seguito sono presentate alcune opzioni, organizzate in base al costo:

Piattaforme gratuite

- **Google Expeditions** Google Expeditions è stato integrato in Google Arts & Culture, una piattaforma gratuita nella quale sono ancora disponibili molti tour a 360°. Gli studenti possono visitare la Stazione Spaziale Internazionale, esplorare le barriere coralline oppure percorrere virtualmente il sistema circolatorio umano. I contenuti sono accessibili da smartphone, tablet e visori VR.
- **PhET Interactive Simulations:** PhET è un progetto educativo gratuito dell'Università del Colorado Boulder che sviluppa simulazioni interattive di scienze e matematica basate sulla ricerca. Queste risorse sono progettate per favorire l'apprendimento attraverso l'esplorazione e la scoperta autonoma dei concetti. Le simulazioni riguardano chimica, fisica, biologia, scienze della Terra e matematica.
- **SketchFab:** mette a disposizione migliaia di modelli 3D, molti dei quali distribuiti con licenza Creative Commons e visualizzabili in realtà aumentata. È particolarmente utile per contenuti relativi all'anatomia, alla geologia e ai beni culturali (University of Chicago Academic Technology Solutions, 2024).
- **YouTube VR:** offre gratuitamente video a 360° dedicati a un'ampia varietà di argomenti scientifici. Rappresenta una risorsa complementare utile da utilizzare con Google Cardboard o con altri visori VR.

Opzioni gratuite con funzionalità premium

- **DelightEx:** precedentemente nota come CoSpaces Edu, questa piattaforma consente di creare esperienze AR/VR e programmare interazioni. È disponibile una versione base gratuita, mentre la versione premium offre funzionalità aggiuntive (Ramadhanya, F., 2025).
- **Labster:** è una piattaforma di tecnologia educativa che offre simulazioni interattive di laboratori scientifici virtuali. Viene utilizzata da scuole, università e docenti per insegnare discipline STEM, tra cui biologia, chimica, fisica e scienze della salute, attraverso simulazioni accessibili da browser. È disponibile un accesso gratuito per gli educatori, mentre la versione premium comprende l'intera raccolta di laboratori.

Strumenti open source

Questi strumenti sono completamente gratuiti e sono sviluppati da comunità di programmatori ed educatori (Sathiyanarayanan, 2024):

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- **ARToolKitX:** è un kit di sviluppo software open source per la realtà aumentata che consente agli sviluppatori di creare applicazioni AR sovrapponendo contenuti virtuali 3D al mondo reale attraverso il tracciamento della fotocamera e il riconoscimento di marker. È disponibile su più piattaforme, sia desktop sia mobili, e include il codice sorgente completo, permettendo a studenti ed educatori di esplorare e modificare il funzionamento della realtà aumentata.
- **Mixare:** è una delle prime versioni di browser open source per la realtà aumentata. Funziona su Android e iOS e consente di visualizzare contenuti digitali sovrapposti alle immagini del mondo reale riprese dalla fotocamera. Il progetto è attualmente archiviato, ma è ancora possibile trovare versioni precedenti negli store Android e iOS.
- **Blender**: pur non essendo un motore AR, Blender è ampiamente utilizzato per creare contenuti 3D, come modelli e animazioni, che possono essere importati in progetti di realtà aumentata e in altre esperienze immersive.

Riferimenti rapidi per argomento

Di seguito sono indicati alcuni strumenti consigliati per ciascuna disciplina STEM. Ogni strumento sarà analizzato più nel dettaglio nei capitoli successivi del manuale. Ecco una breve panoramica:

Argomento STEM	Esempi di strumenti AR/VR
Clima	Google Earth VR (gratuito), applicazioni Climate Explorer (gratuite)
Geologia	Modelli geologici di Sketchfab (gratuiti), Google Earth (gratuito)
Fisica	Simulazioni PhET (gratuite), Universe Sandbox (30 €)
Chimica	Labster (gratuito per gli educatori)
Biologia	Complete Anatomy (prova gratuita), applicazioni AR per l'anatomia (gratuite)

1.4. Vantaggi e sfide dell'AR/VR nell'educazione STEM

Comprendere sia i vantaggi sia le potenziali difficoltà legate all'utilizzo di queste nuove tecnologie può aiutare a prendere decisioni più consapevoli.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Principali vantaggi dell'AR/VR nell'educazione STEM

- **Rendere visibili i concetti astratti:** grazie all'AR/VR, gli studenti possono osservare e interagire con elementi che normalmente non sono visibili, come molecole, pianeti o fenomeni troppo pericolosi da sperimentare direttamente, ad esempio alcune reazioni chimiche.
- **Rendere possibili esperienze altrimenti irrealizzabili:** in continuità con il punto precedente, le tecnologie AR/VR possono condurre gli studenti in luoghi che non potrebbero visitare nella realtà, come l'interno di un vulcano, i fondali oceanici o epoche remote in cui vivevano i dinosauri.
- **Migliorare significativamente la capacità di memorizzazione:** alcune ricerche mostrano che la realtà aumentata può migliorare la memorizzazione fino al 70% rispetto ai metodi tradizionali (OECD, 2025). In questo modo, gli studenti tendono a ricordare più facilmente le esperienze vissute rispetto alle sole lezioni frontali.
- **Coinvolgere diversi stili di apprendimento:** AR e VR possono supportare contemporaneamente studenti con preferenze di apprendimento visive, cinestetiche e uditive. Gli studenti che incontrano difficoltà nell'apprendimento basato prevalentemente sui libri di testo possono trovare maggiore significato e motivazione attraverso esperienze pratiche e interattive.

Sfide di implementazione (e soluzioni)

Sfida 1: "Non dispongo del budget necessario."

Strategia di mitigazione: iniziare utilizzando gratuitamente smartphone e applicazioni senza costi. I capitoli successivi mostrano come, in alcuni casi, le scuole siano riuscite a introdurre queste tecnologie anche con risorse economiche limitate.

Sfida 2: "Non possiedo competenze tecnologiche sufficienti."

Strategia di mitigazione: molte applicazioni AR sono semplici da utilizzare e richiedono soltanto il download e l'apertura dell'applicazione. Nei capitoli successivi del manuale sarà inoltre disponibile una guida passo passo all'utilizzo della piattaforma STEM-IT.

Sfida 3: "Come posso gestire contemporaneamente dispositivi e studenti?"

Strategia di mitigazione: è possibile adottare un modello di rotazione per postazioni. Mentre alcuni studenti utilizzano strumenti AR/VR, gli altri possono svolgere attività correlate. Non è quindi necessario disporre di un dispositivo per ogni studente nello stesso momento.

Sfida 4: "Gli studenti potrebbero soffrire di cinetosi?"

Strategia di mitigazione: la realtà virtuale può provocare nausea o malessere, soprattutto durante sessioni prolungate o in presenza di contenuti progettati in modo non adeguato. La maggior parte dei produttori raccomanda l'uso della VR agli studenti di età pari o superiore

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ai 13 anni, mentre gli studenti più piccoli possono generalmente utilizzare applicazioni AR senza particolari problemi. Per ridurre i rischi, è opportuno limitare la durata delle sessioni VR, consentire agli studenti di rimuovere immediatamente il dispositivo in caso di disagio e predisporre attività alternative per chi manifesta effetti avversi.

Sintesi del capitolo

L'impiego dell'AR/VR nell'educazione è in rapida crescita. Comprendere le tendenze attuali può aiutare a compiere scelte più consapevoli. La progressiva riduzione dei costi, il miglioramento delle tecnologie e il crescente numero di evidenze sulla loro efficacia educativa rendono sempre più convincente l'utilizzo dell'AR/VR nell'educazione STEM. Nonostante permangano alcune difficoltà, le tecnologie immersive stanno diventando sempre più diffuse. Nel proseguire con l'esplorazione delle specifiche applicazioni STEM presentate nei capitoli successivi, è importante ricordare che un'integrazione efficace dell'AR/VR non dipende dal possesso delle attrezzature più recenti o dei software più costosi. Dipende piuttosto dalla capacità di selezionare con attenzione strumenti coerenti con gli obiettivi di apprendimento, sostenere gli insegnanti nel percorso di adozione e mantenere l'apprendimento degli studenti al centro di ogni decisione.

Riferimenti

Atlanta Technology Professionals. (2024, October 15). *AR and VR in education: Transforming learning experiences*. https://atpconnect.org/ar-and-vr-in-education-transforming-learning-experiences/

Ramadhanya, F. (2025, January 15.). *The ultimate guide to VR and AR in education in 2025*. https://www.classpoint.io/blog/vr-and-ar-in-education

OECD. (2025). *AI adoption in the education system* (Report No. 43251cf0). https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/12/ai-adoption-in-the-education-system_43251cf0/69bd0a4a-en.pdf

Sathiyanarayanan, M.. (2024, February 16). *Free and open source augmented reality (AR) and virtual reality (VR) tools*. Medium. https://mitsquare.medium.com/free-and-open-source-augmented-reality-ar-and-virtual-reality-vr-tools-d59d19d32a64

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 2. Strategie pedagogiche: come integrare efficacemente l'AR/VR in classe

Scegliere il software e l'hardware per le tecnologie AR/VR è un primo passo, ma utilizzarli in modo efficace per rispondere alle proprie esigenze didattiche è un'altra cosa. Questo capitolo presenta strategie pratiche, basate sulla ricerca, per integrare l'AR/VR nell'insegnamento e gestire la classe durante l'utilizzo di strumenti AR/VR da parte degli studenti.

Cosa imparerai

- Applicare **approcci pedagogici** basati su evidenze e dimostratisi efficaci nei contesti STEM
- Gestire il **carico cognitivo** e strutturare esperienze di **apprendimento immersivo**
- Applicare **l'allineamento costruttivo**, affinché insegnamento, apprendimento e valutazione siano coerenti tra loro
- Progettare valutazioni autentiche e basate sulla prestazione, utilizzando i principi dell'**Evidence-Centred Design**

2.1 Approcci pedagogici con l'AR/VR

La ricognizione sistematica di 22 studi sottoposti a peer-review, condotta da Tene et al.'s (2024) ha rilevato che il 72,73% degli interventi basati su tecnologie immersive ha prodotto effetti positivi sul coinvolgimento e sul rendimento degli studenti nell'educazione STEM. Tuttavia, l'efficacia dipende in modo decisivo da come queste tecnologie vengono integrate dal punto di vista pedagogico. La ricerca individua diversi approcci chiave in grado di massimizzare i risultati di apprendimento, illustrati di seguito:

Approccio 1: Apprendimento attivo

Tene et al. (2024) sottolineano che gli studenti apprendono meglio quando esplorano attivamente gli ambienti immersivi attraverso indicazioni strutturate, anziché limitarsi a un'osservazione passiva. La ricerca dimostra che inserire semplicemente gli studenti in un ambiente VR senza obiettivi chiari può generare sovraccarico cognitivo e un coinvolgimento superficiale.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Per applicare questo approccio in classe, si può invitare gli studenti a svolgere un compito come: «Individuate tre organelli responsabili della produzione di energia. Descrivete la loro struttura e la loro posizione. Spiegate come interagiscono tra loro», invece di limitarsi a chiedere loro di «esplorare una cellula virtuale» in un ambiente di realtà virtuale.

L'approccio basato sull'apprendimento attivo evita che gli studenti si sentano disorientati, mantenendo al contempo i vantaggi esplorativi dell'apprendimento immersivo. I partecipanti alle ricerche che hanno svolto attività VR guidate hanno mostrato una comprensione significativamente maggiore dei concetti STEM complessi rispetto a coloro che hanno esplorato gli ambienti senza indicazioni (Tene et al., 2024).

Approccio 2: Apprendimento collaborativo

La revisione sistematica di Tene et al. (2024) ha evidenziato che la discussione tra pari e l'esplorazione di gruppo migliorano il ragionamento e la motivazione nei contesti AR/VR. Le attività immersive collaborative consentono agli studenti di costruire insieme la conoscenza e le ricerche mostrano che la comprensione migliora quando gli studenti lavorano in gruppo (Tene et al., 2024). Per applicare questo approccio, si possono considerare le seguenti modalità:

- **Osservazione in coppia:** svolgere l'osservazione dell'ambiente virtuale insieme a un compagno può favorire una maggiore esplorazione, la documentazione dei risultati e la formulazione di domande guida. È possibile aggiungere un secondo visore all'attività e organizzare gli studenti in coppie.
- **Sfide di gruppo:** assegnare ai diversi membri del gruppo obiettivi specifici di esplorazione all'interno dello stesso ambiente virtuale.
- **Risoluzione condivisa dei problemi:** gli studenti utilizzano in modo collaborativo la realtà aumentata per manipolare gli stessi oggetti virtuali, discutendo le strategie e verificando insieme le ipotesi sotto la supervisione dell'insegnante.

💡 Consigli per iniziare

Le tecnologie immersive producono il maggiore impatto quando sono collegate a problemi STEM autentici. Si può adottare il seguente schema nelle classi STEM:

- **Contestualizzare il problema:** iniziare da una situazione reale, ad esempio «Come fanno gli ingegneri a garantire la sicurezza di un ponte?», prima di entrare nell'ambiente VR.
- **Esplorare attraverso VR/AR:** gli studenti analizzano il problema utilizzando strumenti immersivi, ad esempio prove strutturali virtuali o visualizzazioni in AR delle forze.
- **Applicare quanto appreso:** trasferire le conoscenze acquisite nell'ambiente virtuale a situazioni reali, ad esempio progettando un modello di ponte o analizzando strutture presenti nel proprio territorio.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Approccio 3: Allineamento costruttivo

Udeozor et al. (2023) basano il proprio quadro di valutazione sull'**allineamento costruttivo** (*Constructive Alignment*, CA), un principio secondo cui i risultati di apprendimento, le attività didattiche e le prove di valutazione devono essere coerenti tra loro, così da favorire la costruzione della conoscenza e l'attribuzione di significato. Applicato all'AR/VR, questo approccio garantisce che le esperienze immersive sostengano direttamente l'apprendimento, anziché limitarsi a essere attività coinvolgenti ma scollegate dagli obiettivi formativi.

Durante la progettazione di attività AR/VR per la classe, è utile porsi le seguenti domande:

- **Risultati di apprendimento:** che cosa dovrebbero sapere e saper fare gli studenti al termine dell'attività? I risultati sono collegati a contesti di vita reale?
- **Attività di apprendimento:** in che modo gli studenti eserciteranno queste competenze? Ad esempio, attraverso una simulazione AR che mostra le forze esercitate sulle strutture.
- **Prove di valutazione:** in che modo gli studenti dimostreranno di aver acquisito le competenze previste? Quali evidenze saranno necessarie per verificare il raggiungimento dei criteri: orali, scritte o visive?

2.2 Gestione della classe con l'AR/VR

Integrare efficacemente le tecnologie AR/VR nella didattica richiede un equilibrio tra il potenziale immersivo di questi strumenti e le esigenze pratiche della gestione della classe. La ricerca (Tene et al., 2024) suggerisce di procedere gradualmente, consentendo a docenti e studenti di acquisire familiarità con la tecnologia prima di integrarla stabilmente nelle attività didattiche.

Fase 1 – Familiarizzazione (settimane 1-2)

In questa prima fase è consigliabile introdurre la tecnologia attraverso semplici fotografie o video a 360° e brevi tutorial che mostrano agli studenti come utilizzare gli strumenti AR/VR.

Fase 2 – Esplorazione guidata (settimane 3-4)

In questa fase è possibile iniziare a proporre attività guidate in AR/VR con obiettivi di apprendimento chiaramente definiti. È inoltre opportuno introdurre un modello di **rotazione tra postazioni**, nel quale le attività immersive si alternano ad attività didattiche tradizionali (Udeozor, 2023). Questo approccio consente a tutti gli studenti di sperimentare le tecnologie immersive mantenendo al tempo stesso varietà nelle modalità di apprendimento. Le ricerche dimostrano che la combinazione di attività immersive e metodologie tradizionali produce risultati migliori rispetto all'utilizzo esclusivo delle tecnologie immersive (Tene et al., 2024).

Durante questa fase è consigliabile raccogliere feedback formativi sulle esperienze degli studenti.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Fase 3 – Integrazione (dalla 5° settimana in poi)

In questa fase l'AR/VR diventa una componente regolare delle lezioni STEM. Le attività possono essere più articolate, avere una durata maggiore e stimolare processi cognitivi di ordine superiore. Gli studenti possono inoltre iniziare a sperimentare la creazione di propri contenuti in realtà aumentata.

Sicurezza e supervisione

Entrambi gli studi evidenziano l'importanza di operare in ambienti controllati. L'insegnante deve monitorare costantemente le interazioni degli studenti e assicurarsi che le attività immersive rimangono orientate agli obiettivi di apprendimento, evitando che vengano percepite esclusivamente come strumenti di intrattenimento.

Protocolli essenziali di sicurezza:

- **Sicurezza fisica:** predisporre aree libere di almeno **1,5 × 1,5 metri** per le attività VR svolte in piedi; per la visione di video a 360° è preferibile far rimanere gli studenti seduti, così da evitare urti o collisioni.
- **Controllo dei contenuti:** utilizzare, ove disponibili, le modalità dedicate dei dispositivi per limitare l'accesso esclusivamente alle applicazioni didattiche. Se possibile, monitorare gli schermi degli studenti attraverso il dispositivo dell'insegnante.
- **Focus pedagogico:** verificare regolarmente che le attività siano coerenti con gli obiettivi di apprendimento e intervenire qualora gli studenti si orientino verso un utilizzo prevalentemente ricreativo della tecnologia.
- **Prevenzione del malessere da movimento:** iniziare con esperienze VR statiche, limitare la durata delle sessioni a **15-20 minuti** e consentire agli studenti di interrompere immediatamente l'attività qualora avvertano qualsiasi forma di disagio.

2.3 Strategie di valutazione nell'apprendimento con AR/VR

Tene et al. (2024) suggeriscono di utilizzare attività guidate e momenti di riflessione per verificare la comprensione degli studenti durante le esperienze immersive. La valutazione formativa dovrebbe essere continua e integrata all'interno dell'attività stessa.

Strategie di valutazione formativa basate sulle evidenze:

- **Pausa e spiegazione:** interrompere periodicamente l'esperienza AR/VR e chiedere agli studenti di descrivere verbalmente ciò che stanno osservando.
- **Checklist di osservazione:** l'insegnante può utilizzare la condivisione dello schermo (*screen mirroring*) per monitorare i progressi degli studenti rispetto a criteri di valutazione predefiniti.
- **Riflessione immediata:** al termine dell'esperienza VR, proporre una breve riflessione scritta di circa cinque minuti attraverso domande come: *«Che cosa hai scoperto? Che cosa ti ha sorpreso? Quali domande ti rimangono?»*

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Valutazione basata sulla performance

Udeozor et al. (2023) sostengono che gli ambienti immersivi consentano di valutare competenze reali che le prove tradizionali spesso non riescono a rilevare. Nel loro studio di caso, ad esempio, le competenze relative alla salute e sicurezza nei laboratori sono state valutate attraverso un videogioco in realtà virtuale, misurando direttamente le azioni compiute dagli studenti nell'ambiente virtuale. Uno degli aspetti più innovativi consiste nell'integrare le attività di valutazione direttamente nelle esperienze AR/VR, così che la valutazione diventi parte integrante del processo di apprendimento, anziché un momento separato. Secondo gli autori, alcune strategie efficaci per progettare valutazioni basate sulla prestazione attraverso AR/VR includono:

- **Attività di problem solving:** consentire agli studenti di esplorare e risolvere problemi STEM autentici all'interno di ambienti virtuali. Durante l'attività è importante osservare sia il loro approccio alla risoluzione dei problemi sia la capacità di utilizzare e adattarsi agli strumenti immersivi.
- **Competenze procedurali:** verificare la capacità degli studenti di seguire correttamente una procedura passo dopo passo, applicando i protocolli di sicurezza e conducendo esperimenti in modo appropriato. Il concetto di *competenza procedurale*, mutuato dall'ambito medico, riguarda la corretta esecuzione di procedure operative in contesti realistici, ad esempio l'osservazione di una libellula al microscopio.
- **Scenari decisionali:** proporre scenari ramificati che richiedano agli studenti di prendere decisioni applicando le proprie conoscenze STEM.
- **Creazione di contenuti AR:** una volta acquisita maggiore familiarità con gli strumenti di realtà aumentata, gli studenti possono essere valutati anche sulla capacità di progettare e sviluppare una propria esperienza AR.

Rubriche di valutazione e allineamento costruttivo

Una rubrica è una griglia strutturata di valutazione utilizzata per analizzare le prestazioni degli studenti. Entrambi gli articoli citati in precedenza sottolineano il valore delle rubriche come strumenti per collegare i risultati di apprendimento alle attività immersive e virtuali. Udeozor et al. (2023) hanno sviluppato schemi di valutazione per il loro gioco in realtà virtuale, classificando le prestazioni come **Principiante**, **Competente** o **Esperto**, sulla base di azioni osservabili e coerenti con i risultati di apprendimento. Di seguito è riportata una schermata tratta dall'esperienza VR:

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Fig. 7. Tabellone dei punteggi presentato agli studenti al termine del gioco (Figura 7 in Udeozor et al., 2023)

Un aspetto importante da considerare è che, all'interno di una rubrica, il risultato di apprendimento deve essere coerente con il livello cognitivo richiesto dall'attività AR/VR. Ad esempio, se l'obiettivo è che gli studenti siano in grado di analizzare, la rubrica dovrebbe valutare abilità cognitive di ordine superiore, come confrontare, argomentare o formulare giudizi, anziché limitarsi alla semplice memorizzazione o al richiamo di informazioni.

Sintesi del capitolo

Questo capitolo ha analizzato i risultati di due studi pubblicati su riviste sottoposte a revisione paritaria: la revisione sistematica di Tene et al. (2024) sulle tecnologie immersive nell'educazione STEM e il quadro di valutazione basato sul gioco sviluppato da Udeozor et al. (2023). I principali risultati evidenziano che l'efficacia dell'AR/VR dipende dalla qualità della progettazione pedagogica. In particolare, risultano fondamentali l'apprendimento attivo accompagnato da indicazioni strutturate, gli approcci collaborativi, la contestualizzazione in situazioni reali e l'allineamento costruttivo tra risultati di apprendimento, attività didattiche e valutazione. La gestione della classe richiede un'integrazione graduale delle tecnologie, l'utilizzo della rotazione tra postazioni per garantire un accesso equo e l'adozione di adeguati protocolli di sicurezza. La valutazione deve comprendere sia modalità formative, come l'osservazione e la riflessione, sia modalità sommative, come compiti autentici basati sulla prestazione. Tali modalità dovrebbero fondarsi sui principi dell'Evidence-Centred Design, così da garantirne la validità. I Capitoli 3-6 applicheranno queste strategie pedagogiche a specifici argomenti STEM, proponendo attività pronte all'uso che integrano gli approcci basati sulla ricerca illustrati in questo capitolo.

Riferimenti

Tene, T., Marcatoma Tixi, J. A., Palacios Robalino, M. de L., Mendoza Salazar, M. J., Vacacela Gomez, C., & Bellucci, S. (2024). Integrating immersive technologies with STEM

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

education: A systematic review. *Frontiers in Education, 9*, Article 1410163. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1410163

Udeozor, C., Chan, P., Russo Abegão, F., & Glassey, J. (2023). Game-based assessment framework for virtual reality, augmented reality and digital game-based learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*(1), Article 36. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00405-6

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 3: AR/VR per le scienze ambientali, climatiche e della terra

Il cambiamento climatico rappresenta una delle sfide educative più complesse per l'umanità. La ricerca dimostra che le tecnologie immersive possono aumentare efficacemente la consapevolezza ambientale e favorire atteggiamenti positivi nei confronti dell'azione climatica in modi che i media tradizionali non riescono a ottenere (Thoma et al., 2023). Questa sezione esamina approcci basati su evidenze per l'insegnamento del cambiamento climatico attraverso l'AR/VR, con particolare attenzione al contesto del progetto STEM-IT e ai temi relativi alle scienze ambientali, climatiche e della terra.

3.1 Cambiamento climatico e migrazione

L'insegnamento tradizionale del cambiamento climatico presenta una sfida particolare: gli studenti faticano a collegare dati astratti, come quelli relativi alle emissioni di carbonio, agli effetti concreti sulla loro vita quotidiana. La realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata (AR) possono contribuire a ridurre questa distanza psicologica, offrendo esperienze immersive e coinvolgenti. In quattro studi condotti su oltre 270 partecipanti, Markowitz et. al (2018) anno dimostrato che le esperienze immersive in realtà virtuale dedicate all'acidificazione degli oceani hanno prodotto un aumento costante delle conoscenze e atteggiamenti più positivi nei confronti dell'ambiente rispetto ai metodi di insegnamento tradizionali. Lo stesso studio ha inoltre evidenziato un significativo incremento della consapevolezza ambientale dopo attività in VR dedicate allo scioglimento dei ghiacciai. Poiché l'AR e la VR stanno diventando strumenti sempre più diffusi ed efficaci per insegnare il cambiamento climatico e i suoi effetti, è possibile prendere in considerazione i seguenti suggerimenti per integrarle nella propria didattica.

Suggerimenti per insegnare il cambiamento climatico con l'AR/VR

Suggerimento 1: trasmettere speranza, non disperazione

Ahn et al. (2023) anno osservato che messaggi eccessivamente incentrati su scenari catastrofici rischiano di sopraffare gli studenti. Nell'affrontare temi come il cambiamento climatico è quindi preferibile valorizzare approcci orientati alla speranza, mettendo in evidenza possibili soluzioni e azioni concrete.

Suggerimento 2: contestualizzare gli esempi nella realtà locale

Progettare esperienze AR/VR che rappresentino ecosistemi, fenomeni meteorologici o impatti ambientali del territorio in cui vivono gli studenti. Lo studio di Dhunnoo et al. (2023), ha evidenziato che, quando gli studenti riconoscono luoghi familiari all'interno dell'esperienza virtuale, come edifici, mezzi pubblici o altri punti di riferimento del proprio

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

contesto locale, il cambiamento climatico viene percepito come più concreto e rilevante. Questo favorisce una migliore comprensione del fenomeno e rafforza il senso di responsabilità personale nei confronti delle problematiche ambientali.

Suggerimento 3: favorire la collaborazione

Integrare attività AR/VR che richiedano lavoro di gruppo, discussione e risoluzione condivisa dei problemi. L'esplorazione collaborativa favorisce l'apprendimento tra pari, la capacità di considerare prospettive diverse e il ragionamento collettivo, contribuendo a far percepire il cambiamento climatico come una sfida comune della società e non come un problema astratto o esclusivamente individuale.

Suggerimento 4: prevedere momenti di riflessione

Nel loro studio, Markowitz et. al (2018) hanno rilevato che l'aumento delle conoscenze sull'acidificazione degli oceani era associato sia al coinvolgimento durante l'esperienza immersiva sia al tempo dedicato successivamente alla riflessione e all'elaborazione cognitiva. È quindi consigliabile affiancare alle esperienze immersive momenti di riflessione guidata o discussioni in classe. Questo permette agli studenti di consolidare quanto appreso e li incoraggia ad adottare comportamenti orientati alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici.

Strumenti gratuiti e accessibili sul clima

• **Google Earth Timelapse:** la funzione Timelapse di Google Earth mostra 40 anni di trasformazioni del pianeta, rendendo visibili gli effetti del cambiamento climatico nel lungo periodo. Può essere utilizzata in classe per confrontare, nel corso dei decenni, le coste delle isole greche e osservarne l'erosione, analizzare i cambiamenti dei terreni agricoli a Cipro oppure seguire lo sviluppo urbano a Malta.

• **NASA Climate Time Machine Platform:** la raccolta Images of Change della NASA propone efficaci immagini satellitari prima e dopo, che documentano cambiamenti climatici e ambientali visibili in diverse aree del mondo. Può essere utilizzata in classe per aiutare gli studenti a osservare trasformazioni significative attraverso semplici confronti tra immagini, come la riduzione dei ghiacciai alpini, gli effetti della siccità su grandi fiumi e laghi oppure l'erosione delle coste del Mediterraneo.

• **360-Degree Science Documentaries:** la ricerca di Spiegel and Wang's (2024) rmostra che i contenuti immersivi favoriscono un legame emotivo più forte con le problematiche climatiche rispetto ai video tradizionali, poiché gli studenti percepiscono di trovarsi fisicamente nei luoghi interessati.

YouTube mette gratuitamente a disposizione video immersivi a 360° che consentono agli studenti di osservare gli effetti del cambiamento climatico da prospettive particolari. Questi contenuti possono essere utilizzati con visori VR, come Google Cardboard o dispositivi

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

autonomi, oppure semplicemente tramite tablet e smartphone, muovendo il dispositivo per esplorare l'intero ambiente.

• **Musei virtuali per l'educazione climatica:** le ricerche sulla progettazione dei musei virtuali dimostrano che queste piattaforme possono aumentare efficacemente la motivazione degli studenti, favorire un apprendimento più duraturo e rendere i concetti climatici astratti più concreti e visivi (Ozdemir et. al, 2024).

I musei virtuali risultano particolarmente efficaci con gli studenti più giovani, poiché combinano attrattiva visiva e interattività, rendendo più accessibili anche i concetti complessi delle scienze climatiche. Per utilizzarli in classe, si possono prendere in considerazione piattaforme come Artsteps, che consentono agli insegnanti di creare mostre personalizzate con immagini, video e informazioni dedicate al clima.

Riferimenti bibliografici della sezione 3.1

Ahn, S. J., Bostick, J., Ogle, E., Nowak, K. L., McGillicuddy, K. T., & Bailenson, J. N. (2023). The efficacy of virtual reality in climate change education increases with amount of body movement and message specificity. *Sustainability, 15(7), 5814.* https://doi.org/10.3390/su15075814

Dhunnoo, Y., Carter, A., O'Hare, D., Birt, J., & Skitmore, M. (2023). Improving climate change awareness through immersive virtual reality communication: A case study. Sustainability, 15(17), 12969. https://doi.org/10.3390/su151712969

Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology, 9*, 2364. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364

Ozdemir, M., Bayir, E., & Aydin, A. (2024). My museum: A study of pre-service social studies teachers' experience in designing virtual museums. *Education and Information Technologies, 29* (pp. 24047-24085). https://doi.org/10.1007/s10639-024-12742-8

Spiegel, S., & Wang, H. (2024). Exploring climate science in the metaverse: Interactive storytelling in immersive environments for deep learning and public engagement. In E. Coren & H. Wang (Eds.), Storytelling to accelerate climate solutions (pp. 337-369). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54790-4_17

Tene, T., Marcatoma Tixi, J. A., Palacios Robalino, M. de L., Mendoza Salazar, M. J., Vacacela Gomez, C., & Bellucci, S. (2024). Integrating immersive technologies with STEM education: A systematic review. *Frontiers in Education, 9*, Article 1410163. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1410163

Thoma, S. P., Hartmann, M., Christen, J., Mayer, B., Mast, F. W., & Weibel, D. (2023). Increasing awareness of climate change with immersive virtual reality. *Frontiers in Virtual Reality, 4*, 897034. https://doi.org/10.3389/frvir.2023.897034

3.2: Geologia e geografia

La geologia e la geografia presentano specifiche sfide didattiche che le tecnologie immersive possono contribuire ad affrontare in modo efficace. L'AR e la VR possono favorire lo sviluppo delle capacità di visualizzazione spaziale, che molti studenti faticano ad acquisire

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

attraverso i tradizionali libri di testo e i diagrammi bidimensionali. Reed et al. (2016) anno rilevato che gli studenti sono rimasti coinvolti nell'attività per periodi prolungati, superiori ai 20 minuti, mentre esploravano il modo in cui l'acqua scorre attraverso i paesaggi, come la topografia influisce sulle inondazioni e come le forme del territorio cambiano nel tempo. La ricerca dimostra inoltre che la realtà virtuale immersiva è particolarmente utile per migliorare la comprensione spaziale nell'insegnamento della geologia (Bonali et. al., 2021). Harknett et al (2022) hanno dimostrato che le visite didattiche virtuali consentono agli studenti di esplorare siti geologici complessi che, a causa dei costi, delle difficoltà logistiche o delle barriere fisiche, sarebbero altrimenti impossibili da visitare. Nel complesso, questi studi evidenziano come le tecnologie di realtà aumentata e realtà virtuale possano offrire strumenti di grande valore agli insegnanti delle discipline STEM.

Suggerimenti per insegnare geologia e geografia con l'AR/VR

Suggerimento 1: utilizzare la VR prima di una visita didattica

Prima di accompagnare la classe in una visita didattica, è utile consentire agli studenti di esplorare il luogo attraverso la realtà virtuale. La ricerca mostra che, quando gli studenti conoscono virtualmente un luogo prima di visitarlo nella realtà, apprendono di più durante l'esperienza sul campo (Harknett et al., 2022).

Suggerimento 2: combinare diversi tipi di dati

La realtà virtuale consente di sovrapporre differenti tipologie di dati, come mappe delle temperature, zone sismiche o fotografie storiche, per osservare le relazioni tra diverse informazioni. Si può, ad esempio, sovrapporre la rappresentazione delle catene montuose della Grecia ai dati relativi ai recenti terremoti verificatisi nell'area. In questo modo, gli studenti possono esplorare visivamente la correlazione tra attività sismica e caratteristiche geografiche, comprendendo più facilmente in che modo i fenomeni naturali influenzano l'ambiente.

Suggerimento 3: non lasciare indietro nessuno studente

La realtà virtuale rappresenta uno strumento efficace per garantire che tutti gli studenti, indipendentemente dalle proprie capacità fisiche, possano partecipare a esperienze geografiche immersive. Gli studenti con difficoltà motorie possono esplorare virtualmente le stesse scogliere, montagne o aree vulcaniche dei propri compagni, partecipando così a esperienze di apprendimento condivise che sarebbe difficile riprodurre attraverso le tradizionali visite didattiche.

Strumenti gratuiti e accessibili per geologia e geografia

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Diverse piattaforme gratuite consentono di supportare efficacemente l'insegnamento della geologia e della geografia; alcune di esse includono anche funzionalità AR/VR:

• **Seterra:** offre quiz interattivi basati su mappe, utili per esercitare conoscenze geografiche fondamentali come Paesi, capitali, fiumi, montagne ed elementi fisici del territorio. Può essere utilizzata in classe per rafforzare le competenze di lettura delle mappe, ripassare la geografia europea oppure verificare la comprensione delle placche tettoniche e delle zone climatiche attraverso feedback immediati e percorsi di apprendimento autonomi.

• **OpenSpace3D (piattaforma gratuita per la creazione di esperienze VR/AR)**: consente a insegnanti e studenti di creare ambienti interattivi 3D, VR e AR senza possedere competenze avanzate di programmazione. Può essere utilizzata nelle lezioni di geografia per costruire paesaggi virtuali, sovrapporre dati come altitudine e attività sismica oppure simulare rischi naturali, come terremoti ed eruzioni vulcaniche, aiutando gli studenti a visualizzare relazioni spaziali complesse.

• **Google Arts & Culture Expeditions:** come già illustrato, offre visite virtuali immersive di siti naturali e culturali di tutto il mondo attraverso immagini a 360° e percorsi guidati. Può essere utilizzata in classe per accompagnare gli studenti in visite didattiche virtuali a vulcani, deserti, ghiacciai o siti del Patrimonio mondiale dell'UNESCO, consentendo loro di osservare le forme del territorio e le interazioni tra attività umane e ambiente senza lasciare la classe.

Riferimenti bibliografici della sezione 3.2

Bonali, F. L., Russo, E., Vitello, F., Antoniou, V., Marchese, F., Fallati, L., Bracchi, V. A., Corti, N., Savini, A., Whitworth, M., Drymoni, K., Pasquare Mariotto, F., Nomikou, P., Sciacca, E., Bressan, S., Falsaperla, S., Reitano, D., van Wyk de Vries, B., Krokos, M., ... Tibaldi, A. (2021). How academics and the public experienced immersive virtual reality for geo-education. *Geosciences, 12(1)*, 9. https://doi.org/10.3390/geosciences12010009

Harknett, J., Whitworth, M., Rust, D., Krokos, M., Kearl, M., Tibaldi, A., Bonali, F. L., van Wyk de Vries, B., Antoniou, V., Nomikou, P., Reitano, D., Falsaperla, S., Vitello, F., & Becciani, U. (2022). The use of immersive virtual reality for teaching fieldwork skills in complex structural terrains. *Journal of Structural Geology, 163,* 104681. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2022.104681

Reed, S., Hsi, S., Kreylos, O., Yikilmaz, M. B., Kellogg, L. H., Schladow, S. G., Segale, H., & Chan, L. (2016). Shaping watersheds exhibit: An augmented reality sandtable for advancing Earth science education. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2408-2414). https://doi.org/10.1145/2851581.2892463

3.3: Atmosfera ed effetto serra

Come avviene per altre discipline climatiche e ambientali, l'utilizzo della VR e dell'AR per creare visualizzazioni interattive può migliorare sensibilmente il coinvolgimento degli studenti e la comprensione dei processi atmosferici (Cervenec et al. 2022). Concetti astratti come le

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

emissioni di gas serra, il cui impatto concreto sulla realtà può risultare difficile da comprendere, diventano molto più tangibili grazie alle visualizzazioni interattive. Rendendo visibili processi altrimenti invisibili e collegandoli all'esperienza personale degli studenti, questi strumenti contribuiscono a ridurre la distanza psicologica tra la teoria astratta e gli effetti concreti sull'ambiente.

Suggerimenti per insegnare l'atmosfera e l'effetto serra con l'AR/VR

Suggerimento 1: utilizzare simulazioni interattive per visualizzare concetti invisibili, come i gas serra

Concetti astratti come le emissioni di gas serra, difficili da comprendere in relazione ai loro effetti reali, diventano molto più concreti attraverso visualizzazioni interattive. Rendendo visibili processi normalmente impercettibili e collegandoli a conseguenze rilevanti per la vita quotidiana, questi strumenti aiutano a colmare la distanza tra la teoria e gli effetti tangibili sull'ambiente.

Suggerimento 2: mostrare i cambiamenti nel lungo periodo attraverso visualizzazioni time-lapse

I cambiamenti atmosferici avvengono lentamente, spesso nell'arco di decenni, e per questo sono difficili da percepire. Le animazioni time-lapse possono condensare 140 anni in due minuti, rendendo visibili tendenze che altrimenti passerebbero inosservate. Gli studenti hanno bisogno di osservare l'andamento del fenomeno, non soltanto di sentirne parlare.

Suggerimento 3: consentire agli studenti di sperimentare scenari diversi

Gli strumenti interattivi permettono agli studenti di verificare scenari ipotetici, ad esempio: che cosa accadrebbe se la quantità di anidride carbonica aumentasse? Quali condizioni si verificavano durante l'era glaciale? La ricerca mostra che gli studenti che possono controllare e modificare direttamente le simulazioni sviluppano una comprensione più profonda rispetto a coloro che si limitano a osservarle (Cervenec et al. 2022).

💡 **Domande esplorative con strumenti VR**

- Cosa succede se eliminiamo TUTTI i gas serra?
- Com'era la temperatura nel 1750, prima delle fabbriche?
- Cosa succederebbe se i gas serra raddoppiassero rispetto a oggi?

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Strumenti gratuiti e accessibili su atmosfera e effetto serra

• **PhET Greenhouse Effect Simulation:** questo simulatore consente di modificare, tramite un cursore, la concentrazione dei gas serra e di osservare in tempo reale la conseguente variazione della temperatura terrestre. Gli studenti possono vedere come la luce solare attraversa l'atmosfera, mentre parte della radiazione infrarossa viene trattenuta dai gas serra.

• **Copernicus Climate Change Service:** I Copernicus Climate Data Store mette a disposizione degli insegnanti decenni di dati climatici europei in formati visivi e facilmente comprensibili. Può essere utilizzato per mostrare agli studenti l'andamento delle temperature nei Paesi del Mediterraneo, confrontare i modelli delle precipitazioni in diversi decenni oppure evidenziare come le ondate di calore siano diventate più frequenti a Cipro, in Grecia e a Malta negli ultimi 50 anni.

• **European Environment Agency (EEA) Air Quality Index:** l'indice della qualità dell'aria dell'EEA mostra, attraverso una mappa interattiva, dati aggiornati sull'inquinamento atmosferico nelle città europee. Può essere utilizzato in classe per verificare la qualità dell'aria nella propria città oppure per osservare come i livelli di inquinamento cambino di ora in ora durante la giornata scolastica. In questo modo, gli studenti possono comprendere che i gas serra e gli inquinanti, pur essendo invisibili, sono reali, misurabili e incidono sulla loro vita quotidiana.

Riferimenti bibliografici della sezione 3.3

Cervenec, J., Fox, J., Peggau, K., Wilson, A. B., Li, B., Hu, D., … Bossley, C. (2022). Interactive data visualizations of Earth's atmosphere: Effects on student engagement and perceived learning. *Journal of Geoscience Education*, *70*(4), 517–529. https://doi.org/10.1080/10899995.2022.2038963

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 4: Strumenti AR/VR per un apprendimento sicuro della chimica

Lo studio della chimica presenta sfide specifiche che rendono particolarmente preziose le tecnologie immersive. Attraverso l'AR/VR, gli studenti possono visualizzare atomi e molecole troppo piccoli per essere osservati direttamente, comprendere forme molecolari tridimensionali a partire da rappresentazioni bidimensionali e collegare trasformazioni molecolari invisibili a reazioni chimiche osservabili. Molte reazioni importanti sono troppo pericolose, costose o lunghe da realizzare nei laboratori scolastici. La ricerca ha evidenziato che i laboratori in realtà virtuale possono offrire agli studenti ambienti di apprendimento comparabili a quelli reali e consentire il raggiungimento degli obiettivi formativi in modo altrettanto efficace (Hu-Au and Okita, 2021). Di seguito sono proposti alcuni suggerimenti per integrare strumenti AR/VR nelle lezioni di chimica in modo sicuro.

Suggerimenti per insegnare la chimica in sicurezza con l'AR/VR

Suggerimento 1: sfruttare il rischio di errore in un ambiente sicuro

I laboratori virtuali consentono agli studenti di compiere scelte errate senza correre il rischio di farsi male. L'AR/VR può trasformare errori che, in un laboratorio reale, potrebbero avere conseguenze gravi in occasioni di apprendimento prive di rischi. Durante l'esplorazione di un esperimento virtuale in cui si verifica un incidente, si possono porre agli studenti domande come: «Che cosa è appena successo? Perché? Che cosa faresti diversamente?». Un ulteriore vantaggio degli errori nei laboratori virtuali è la possibilità di esercitarsi ripetutamente in tecniche come il corretto travaso dei liquidi, la lettura delle misure all'altezza degli occhi e l'accensione di un becco Bunsen. Questo contribuisce a rafforzare la sicurezza degli studenti e a prevenire il ripetersi degli stessi errori.

Suggerimento 2: realizzare esperimenti che superano i limiti del budget scolastico

Una meta-analisi condotta da Falah et al. (2024) ha rilevato che il 6,5% degli articoli esaminati segnala una riduzione dei costi degli esperimenti fisici grazie all'utilizzo della VR e dell'AR nell'insegnamento della chimica. I laboratori virtuali consentono di superare le barriere economiche, permettendo a tutti gli studenti di utilizzare elementi rari o di osservare processi di sintesi che, nella realtà, richiederebbero ore o giorni.

Suggerimento 3: mostrare agli studenti il mondo invisibile di atomi e molecole

I laboratori virtuali eliminano molte delle limitazioni fisiche degli ambienti reali e consentono agli studenti di esplorare elementi rari o processi di sintesi complessi. Permettono inoltre di controllare completamente i tempi delle reazioni, ad esempio rallentando la rottura dei

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

legami chimici oppure accelerando processi come l'ossidazione, così da osservare interamente nell'arco di pochi minuti.

Strumenti gratuiti e accessibili per la chimica

• **ChemCollective Virtual Lab (Free Online Laboratory):** ChemCollective, sviluppato dalla Carnegie Mellon University, offre un laboratorio realistico con centinaia di reagenti standard. Può essere utilizzato in classe, ad esempio, per mostrare una serie di diluizioni successive con HCl, NaOH, un pHmetro e una soluzione indicatrice universale. Gli studenti ricevono un feedback immediato in caso di procedura errata, senza sprecare sostanze chimiche costose.

• **MolView (Free Molecular Visualization):** MolView combina la rappresentazione bidimensionale delle strutture chimiche con la visualizzazione 3D. Gli studenti possono cercare le molecole per nome, osservarne la struttura, confrontare isomeri strutturali con la stessa formula ma diversa disposizione degli atomi oppure analizzare biomolecole come gli amminoacidi. Funziona interamente tramite browser e non richiede installazione.

• **MEL Chemistry VR (European Platform, Free Trial + Subscription):**questa piattaforma con sede a Londra propone lezioni VR della durata di 3-7 minuti in diversi Paesi europei, tra cui Cipro, Grecia e Malta. Può essere utilizzata per consentire agli studenti di costruire atomi, esplorare i legami chimici su scala molecolare, studiare gli stati della materia modificando la temperatura oppure osservare le reazioni atomo per atomo. È conforme agli standard europei di sicurezza EN 71-4 ed è certificata da Education Alliance Finland. Può essere utilizzata con dispositivi economici come Google Cardboard o con visori VR autonomi.

Riferimenti bibliografici

Hu-Au, E., & Okita, S. (2021). Exploring differences in student learning and behavior between real-life and virtual reality chemistry laboratories. *Journal of Science Education and Technology,* 30(6), 862-876. https://doi.org/10.1007/s10956-021-09925-0.

Falah, S. A. A. A., Fajr, R., & Sadat, S. A. A. (2024). Effects of Virtual and Augmented Reality in Chemistry Education: Systematic Literature Review. *International Journal of Arts and Social Science,* 7(1), 221-239.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 5: Strumenti AR/VR per una biologia inclusiva

Una delle principali difficoltà nell'insegnamento della biologia è che gli organismi più affascinanti vivono spesso in luoghi difficilmente accessibili agli studenti, mentre le forme di vita più piccole rimangono invisibili senza attrezzature specialistiche. Nella loro meta-analisi di 24 studi, Salimi et al. (2024) hanno rilevato che la realtà virtuale offre vantaggi significativi per l'apprendimento dell'anatomia, con studenti che hanno valutato le esperienze virtuali come più utili rispetto all'insegnamento convenzionale. Uno studio condotto con studenti delle scuole secondarie di secondo grado ha inoltre dimostrato che l'apprendimento della biologia basato sulla realtà aumentata mobile ha migliorato significativamente la motivazione, l'autoefficacia e l'atteggiamento degli studenti nei confronti dell'apprendimento online (Ciloglu & Özkan, 2023).Questo capitolo presenta alcuni strumenti disponibili online per rendere le lezioni di biologia più interattive e propone suggerimenti per utilizzare queste e altre soluzioni simili.

Suggerimenti per le lezioni di biologia con l'AR/VR

Suggerimento 1: sviluppare una comprensione tridimensionale

La realtà aumentata può proiettare organi olografici sui banchi degli studenti, permettendo loro di osservarli da diverse angolazioni, ruotarli, ingrandirli e manipolarli con le mani. Hsu et al (2023) hanno rilevato che l'insegnamento degli organi umani attraverso la realtà virtuale ha migliorato significativamente la comprensione degli studenti rispetto ai metodi tradizionali basati sui libri di testo. Va tuttavia considerato un aspetto pratico: nello stesso studio, alcuni studenti hanno manifestato vertigini dopo un utilizzo prolungato della VR. Per mantenere il comfort e il coinvolgimento degli studenti, si raccomanda pertanto di limitare le sessioni di realtà virtuale a un massimo di 30 minuti.

Suggerimento 2: rendere visibile l'invisibile riducendo gli studenti alle dimensioni di una cellula

Jiang et al. (2025) anno evidenziato che la VR e l'AR facilitano la visualizzazione di oggetti e concetti biologici invisibili, aiutando gli studenti a comprendere processi come la fotosintesi, la respirazione e l'espressione genica, difficili o impossibili da osservare nelle classi tradizionali. Si può chiedere agli studenti di disegnare una cellula prima e dopo l'esplorazione in realtà virtuale, così da confrontare i dettagli che erano sfuggiti nelle rappresentazioni bidimensionali dei libri di testo. Questo confronto visivo li aiuta a riconoscere quanto l'esplorazione tridimensionale possa migliorare la comprensione dell'architettura e delle funzioni cellulari.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Strumenti gratuiti e accessibili per la biologia

• BioDigital Human (Free Basic Access): BioDigital Human include modelli 3D di anatomia, patologie e trattamenti, accessibili tramite browser o dispositivi VR. Può essere utilizzato per mostrare l'evoluzione delle malattie, visualizzare procedure chirurgiche attraverso animazioni, esplorare l'anatomia isolando i singoli apparati oppure creare presentazioni personalizzate. Gli account gratuiti includono migliaia di modelli già predisposti relativi ai sistemi cardiovascolare, respiratorio, scheletrico, muscolare e ad altri apparati. Essendo accessibile tramite browser e non richiedendo download, è particolarmente adatto alle scuole con dispositivi dotati di memoria limitata o con computer meno recenti.

• InCell: è un'esperienza VR ludicizzata nella quale gli studenti contrastano invasioni virali all'interno delle cellule mentre apprendono il funzionamento degli organelli. Può essere utilizzata per introdurre la biologia cellulare attraverso un'esperienza di gioco coinvolgente, consolidare le funzioni degli organelli mediante sessioni ripetute e offrire agli studenti in difficoltà un'alternativa più motivante rispetto ai libri di testo. L'applicazione è gratuita per dispositivi iOS e Android ed è compatibile con Google Cardboard.

• Anatomy Learning - 3D Atlas: è un'applicazione gratuita di anatomia 3D per iOS e Android, utilizzabile senza abbonamento. Consente di ruotare e ingrandire modelli anatomici dettagliati, rimuovere strutture per visualizzare gli organi sottostanti, passare da un apparato all'altro oppure proporre quiz sulla localizzazione tridimensionale delle strutture. Comprende ossa, legamenti, articolazioni, muscoli e apparati circolatorio, nervoso, respiratorio, digerente, urinario e riproduttivo. Un vantaggio rispetto a BioDigital Human è il supporto multilingue.

Riferimenti bibliografici

Ciloglu, Tahsin & Ustun, Ahmet. (2023). The Effects of Mobile AR-based Biology Learning Experience on Students' Motivation, Self-Efficacy, and Attitudes in Online Learning. J*ournal of Science Education and Technology*. 32. 309-337. 10.1007/s10956-023-10030-7.

Salimi, M., Khashayar, P., Saeedi, M. Y., & Akrami, S. (2024). Efficacy of virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical Sciences Education*. https://doi.org/10.1002/ase.2501

Hsu, T.-Y., Huang, Y.-M., Lin, T.-C., Chen, S.-W., & Teng, W.-C. (2023). Using virtual reality technology in biology education: Satisfaction & learning outcomes of high school students. *American Biology Teacher, 85*(1), 39-45. **https://doi.org/10.1525/abt.2023.85.1.39**

Jiang, H., Zhu, D., Chugh, R. et al. (2025).Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: trends, advantages and challenges. *EducInf Technol* 30, 12827–12863 https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 6: Strumenti AR/VR per una fisica interattiva

Ricerche recenti hanno evidenziato che la realtà virtuale e la realtà aumentata possono favorire l'apprendimento trasformando concetti astratti della fisica in esperienze concrete e consentendo agli studenti di svolgere esperimenti virtuali che, nelle classi reali, sarebbero impossibili o pericolosi (Jiang et al. 2025). Per gli insegnanti che lavorano con budget ridotti, attrezzature limitate e studenti con livelli diversi di preparazione matematica, l'AR e la VR offrono modalità più accessibili per insegnare la fisica.

Suggerimenti per utilizzare l'AR/VR nelle lezioni di fisica

Suggerimento 1: accelerare o rallentare il tempo per osservare ciò che accade realmente

Molti fenomeni fisici si verificano troppo rapidamente o troppo lentamente per essere osservati dagli studenti. Gli incidenti automobilistici avvengono in pochi millisecondi, i materiali radioattivi decadono nell'arco di centinaia di anni e la luce si propaga troppo velocemente per poter essere seguita a occhio nudo. La realtà virtuale consente di controllare il tempo, permettendo agli studenti di rallentare un incidente per osservare passo dopo passo energia e movimento, accelerare il decadimento radioattivo per vedere in pochi minuti processi che normalmente richiederebbero secoli, fermare virtualmente la luce per studiarne il comportamento sia come onda sia come particella oppure aumentare la velocità dei movimenti planetari per osservare in tempo reale le traiettorie orbitali.

Suggerimento 2: mostrare la fisica da punti di vista diversi per comprendere meglio il movimento

Gli studenti spesso incontrano difficoltà nei problemi sul movimento perché i libri di testo presentano un'unica prospettiva, mentre la fisica richiede la capacità di considerare più punti di vista contemporaneamente. Amri et al. (2020) hanno rilevato che la VR tridimensionale migliora la comprensione della fisica, soprattutto nei problemi legati allo spazio e al cambiamento di prospettiva. Questo aiuta ad affrontare una difficoltà frequente: gli studenti riescono a risolvere un problema da un determinato punto di vista, ma faticano quando viene chiesto loro di osservarlo da una prospettiva diversa. È possibile progettare attività in cui gli studenti formulano previsioni su ciò che vedranno da un nuovo punto di vista prima di cambiare prospettiva. Ad esempio, osservando una palla lanciata verso l'alto da un treno in movimento, gli studenti possono annotare le proprie previsioni sia dal punto di vista di un osservatore fermo accanto ai binari sia da quello di un passeggero a bordo del treno, per poi sperimentare entrambe le prospettive in VR. Il feedback visivo immediato li aiuta a riconoscere eventuali differenze tra le proprie ipotesi e le leggi della fisica.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Suggerimento 3: trasformare la fisica in un gioco

Anziché presentare le leggi della fisica come nozioni da memorizzare, la realtà virtuale può trasformare gli studenti in giovani scienziati che scoprono autonomamente le relazioni tra i fenomeni. Si possono progettare attività basate su sfide nelle quali gli studenti devono raggiungere obiettivi specifici modificando diversi parametri fisici. Ad esempio, possono costruire un ponte capace di sostenere determinati pesi intervenendo sulla resistenza e sulla forma dei materiali, lanciare oggetti verso bersagli lontani controllando angolo e velocità oppure progettare circuiti elettrici in grado di alimentare dispositivi.

Strumenti AR/VR gratuiti e accessibili per la fisica

• Newton's Playground VR: è un gioco di fisica in realtà virtuale a pagamento, disponibile per Meta Quest, nel quale gli studenti possono modificare in tempo reale gravità, attrito, resistenza dell'aria e proprietà dei materiali. È possibile far costruire loro strutture da testare in condizioni gravitazionali differenti, progettare veicoli e osservarne energia e movimento, creare reazioni a catena per analizzare rapporti di causa ed effetto oppure sperimentare oltre 60 parametri fisici. La modalità multigiocatore consente ai gruppi di risolvere problemi insieme, modificando contemporaneamente le impostazioni. Il pagamento è una tantum e garantisce l'accesso permanente. Per utilizzarlo è necessario un visore Meta Quest 2 o un modello successivo.

• Universe Sandbox: è un programma a pagamento per desktop e VR che simula gravità, pianeti e fenomeni di fisica spaziale attraverso calcoli accurati. Può essere utilizzato per mostrare le leggi delle orbite planetarie spostando i pianeti, dimostrare l'azione della gravità tra più oggetti, simulare collisioni tra corpi celesti oppure modificare alcune leggi fisiche fondamentali per osservarne gli effetti. È particolarmente utile per l'astronomia e lo studio dello spazio. È disponibile su Steam con sconti per le scuole e la modalità VR è compatibile con i principali visori.

Riferimenti bibliografici

Al-Amri, A., Osman, M., & Musawi, A. A. (2020). The effectiveness of a 3D-virtual reality learning environment (3D-VRLE) on the Omani eighth grade students' achievement and motivation towards physics learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15*(5), 4–16. https://doi.org/10.3991/IJET.V15I05.11890

Jiang, H., Zhu, D., Chugh, R. et al. (2025).Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: trends, advantages and challenges. *EducInf Technol* 30, 12827–12863 https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PARTE II: BUONE PRATICHE GLOBALI PER L'AR/VR NELLE DISCIPLINE STEM

Capitolo 7: Casi studio europei

In tutta Europa, gli educatori stanno innovando rapidamente per affrontare una sfida importante: rendere le discipline STEM coinvolgenti per l'attuale generazione digitale. Sebbene le difficoltà siano simili, le soluzioni variano in base alle risorse locali e alle diverse culture educative. Questo capitolo presenta quattro esempi concreti provenienti da Cipro, Grecia, Malta e Italia. Ciascun caso offre agli insegnanti un diverso punto di partenza: la formazione dei docenti a Cipro, la gamification in Grecia, il collegamento con il contesto ambientale locale a Malta e lo sviluppo di competenze tecniche in Italia).

7.1 Caso studio Cipro

Focus progettuale:

Rafforzare il ruolo degli insegnanti come creatori attraverso l'iniziativa EL-STEM

Contesto e panoramica:

A Cipro, molti insegnanti della scuola secondaria ritenevano che la realtà aumentata (AR) fosse troppo complessa dal punto di vista tecnico per essere utilizzata quotidianamente in classe. Per affrontare questa difficoltà è stato avviato il progetto **EL-STEM (Enlivened Laboratories within STEM Education)**. Questa iniziativa, finanziata dal programma Erasmus+, ha coinvolto partner di quattro Paesi ed è stata coordinata dalla Open University of Cyprus. Il programma ha formato 25 insegnanti STEM della scuola secondaria di primo grado, affinché potessero progettare autonomamente materiali didattici arricchiti con la realtà aumentata per studenti di età compresa tra 12 e 15 anni nelle discipline di chimica, fisica e matematica (Lasica et al., 2020).

L'iniziativa si è concentrata sullo sviluppo professionale degli insegnanti (**Teacher Professional Development, TPD**), partendo dal presupposto che, affinché la tecnologia funzioni davvero nelle scuole, i docenti debbano sentirsi a proprio agio non soltanto nell utilizzarla, ma anche nel creare contenuti attraverso di essa.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Implementazione in classe

Il progetto ha formato insegnanti STEM della scuola secondaria nella progettazione di materiali didattici "intelligenti". L'obiettivo non era sostituire i libri di testo, ma arricchirli.

- **L'intervento:** gli insegnanti hanno utilizzato strumenti AR accessibili per sovrapporre informazioni digitali a schede didattiche cartacee.
- **Applicazione disciplinare:** nelle lezioni di chimica e fisica rivolte a studenti tra 12 e 15 anni, concetti normalmente invisibili, come i legami atomici o i campi magnetici, sono stati visualizzati attraverso modelli 3D che gli studenti potevano manipolare.
- **Apprendimento basato sull'indagine:** gli insegnanti non si sono limitati a mostrare animazioni, ma hanno costruito veri e propri percorsi di esplorazione. Gli studenti scansionano il diagramma statico di una molecola e visualizzano un modello tridimensionale. Dovevano poi manipolarlo per rispondere a domande specifiche, trasformando l'osservazione passiva in un'indagine attiva.

Evidenza dell'impatto

Le ricerche pubblicate su questa iniziativa hanno fornito indicazioni chiare sul suo impatto:

Trasformazione degli insegnanti: i dati raccolti dopo la formazione hanno mostrato un aumento significativo dell'"accettazione della tecnologia". Gli insegnanti sono passati dall'essere osservatori esitanti a progettisti attivi di contenuti didattici digitali. L'aspetto più rilevante è che non si sono limitati a imparare a utilizzare gli strumenti AR, ma hanno acquisito la sicurezza necessaria per creare autonomamente lezioni arricchite con la realtà aumentata (Lasica et al., 2020).

Motivazione degli studenti: l'*effetto novità* dell'AR ha attirato inizialmente l'attenzione degli studenti, ma il coinvolgimento duraturo è dipeso soprattutto dall'interattività. Gli studenti hanno riferito che la possibilità di manipolare oggetti 3D rendeva i concetti astratti più "reali" e comprensibili. I ricercatori hanno inoltre osservato che anche gli studenti solitamente meno attenti partecipavano attivamente alle lezioni arricchite con l'AR (Meletiou-Mavrotheris et al., 2023).

Sviluppo delle competenze: l'intervento ha aiutato gli studenti a sviluppare competenze del XXI secolo, in particolare l'alfabetizzazione digitale e il ragionamento spaziale, entrambe fondamentali per gli studi avanzati in ambito ingegneristico (Lasica, 2021).

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

💡 **Indicazione per l'insegnante**

Non aspettare di avere a disposizione un software perfetto e costoso. Come dimostra il caso di Cipro, è possibile iniziare in modo graduale, individuando una sola applicazione AR capace di rendere concreto e comprensibile un concetto particolarmente difficile del libro di testo.

7.2: Caso studio Grecia

Focus progettuale:

Gamificare la fisica attraverso escape room in realtà virtuale

Contesto e panoramica:

In Grecia, i ricercatori hanno affrontato il problema del disimpegno degli studenti nelle discipline considerate più difficili, come la fisica e la matematica. Hanno ipotizzato che la **gamification**, ossia l'utilizzo di elementi tipici del gioco in contesti non ludici, potesse ridurre l'ansia provata dagli studenti di fronte a calcoli complessi. Da questa idea è nato lo sviluppo e la sperimentazione di escape room in realtà virtuale (**Virtual Reality Escape Rooms, VRER**) per l'educazione STEM nella scuola secondaria (Mystakidis & Christopoulos, 2022).

Implementazione in classe:

L'intervento collocava gli studenti all'interno di uno scenario virtuale nel quale, per riuscire a "fuggire", era necessario applicare conoscenze scientifiche.

- **Lo scenario:** gli studenti potevano trovarsi chiusi in un laboratorio virtuale. Per sbloccare la porta, dovevano risolvere un enigma, ad esempio calcolare la resistenza corretta di un circuito applicando la legge di Ohm oppure inserire fisicamente un resistore virtuale all'interno di un pannello.
- **Immersione**: utilizzando visori economici, come Google Cardboard, e soluzioni VR desktop, i ricercatori hanno rilevato che gli studenti sperimentano un forte senso di "presenza". L'urgenza tipica del gioco faceva percepire la matematica come uno strumento necessario per raggiungere l'obiettivo, anziché come un compito gravoso (Mystakidis et al., 2021).
- **Collaborazione:** l'elemento competitivo delle escape room spingeva gli studenti a lavorare insieme e a correggere autonomamente i propri errori, trasformando l'ansia individuale in un'attività condivisa di risoluzione dei problemi.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Evidenza dell'impatto:

Percezione degli insegnanti: il questionario di follow-up, somministrato a 41 insegnanti greci del sistema K-12, ha mostrato che, sebbene inizialmente temessero le difficoltà tecniche di configurazione, hanno considerato molto efficace l'aspetto dell'"apprendimento ludico". Gli insegnanti hanno osservato che la componente competitiva dell'escape room favoriva la collaborazione e l'autocorrezione degli errori. Anche un'altra presentazione a conferenza, che ha coinvolto 28 insegnanti, ha restituito risultati positivi similis (Mystakidis & Christopoulos, 2022; Mystakidis et al., 2021)

Visualizzare l'invisibile: la VR si è dimostrata particolarmente efficace nel rappresentare forze invisibili, come l'elettricità o la gravità, che non possono essere osservate direttamente in un normale laboratorio scolastico. Gli studenti potevano manipolare campi magnetici virtuali, osservare il flusso degli elettroni nei circuiti e vedere in tempo reale le forze che agiscono sugli oggetti (Christopoulos et. al., 2022).

💡 **Suggerimento per gli insegnanti**

Invece di un classico quiz, presenta le domande sotto forma di "missione". Anche se non puoi utilizzare la realtà virtuale (VR), un'attività basata sul concetto di "escape room" su carta può aumentare il coinvolgimento; tuttavia, la VR aggiunge l'elemento fondamentale della "visualizzazione" del problema.

7.3: Caso studio Malta

Focus progettuale:

"STEMmersion" – Connecting Science to Local Environment and Careers

Contesto e panoramica:

Il punto centrale di questo caso studio è il collegamento tra i principi scientifici astratti e il contesto locale. Gli studenti spesso faticano a comprendere in che modo le discipline STEM trovino applicazione nella loro vita quotidiana o nelle loro future carriere a Malta. Il progetto "**STEMmersion**", promosso dal Segretariato per l'educazione cattolica e finanziato dal National STEM Community Fund dell'Esplora Interactive Science Centre, affronta proprio questa distanza tra la classe e l'ambiente locale (Secretariat for Catholic Education, 2025).

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Implementazione in classe:

Il progetto ha creato una raccolta di esperienze in realtà virtuale realizzate specificamente in località maltesi, con particolare attenzione alle scienze ambientali e all'ingegneria.

- **Apprendimento basato sul territorio:**anziché utilizzare immagini generiche, gli studenti visitano virtualmente luoghi reali di Malta, come cave di calcare, riserve di biologia marina e impianti di gestione dei rifiuti. In questo modo, possono collegare concetti scientifici come l'erosione o la biodiversità a luoghi che conoscono e riconoscono.
- **Orientamento professionale:** le esperienze VR includono interviste a professionisti maltesi che lavorano nei settori STEM. Ad esempio, durante l'esplorazione virtuale di una riserva marina, gli studenti possono ascoltare un biologo marino maltese che racconta il proprio percorso professionale e descrive le attività svolte quotidianamente.
- **Integrazione nel programma scolastico:** contenuti sono stati collegati al curriculum nazionale, consentendo agli insegnanti di utilizzare queste "visite didattiche virtuali" in sostituzione di escursioni reali difficili da organizzare dal punto di vista logistico. Le risorse comprendono tour virtuali a 360°, attività in realtà aumentata, progetti di robotica e attività di produzione di podcast.
- **Accessibilità gratuita:** tutte le risorse sono disponibili gratuitamente su www.csm.edu.mt/stemmersion, assicurando che qualsiasi scuola maltese possa accedere ai materiali senza incontrare ostacoli economici.

Evidenza dell'impatto

Il progetto ha dimostrato efficacemente come la tecnologia possa adattare l'educazione al contesto locale.

Rilevanza: osservando il proprio Paese attraverso la realtà virtuale, gli studenti hanno collegato concetti scientifici, come l'erosione e la biodiversità, al mondo che vedono ogni giorno fuori dalla finestra. È stato dimostrato che questo approccio basato sul territorio rafforza il coinvolgimento personale degli studenti nel processo di apprendimento.

Supporto agli insegnanti: il progetto ha messo a disposizione risorse digitali già pronte all'uso. Le ricerche condotte sugli insegnanti maltesi indicano che, sebbene la disponibilità a utilizzare le tecnologie sia elevata, il tempo rappresenta una risorsa limitata. La disponibilità di contenuti localizzati e di qualità ha quindi eliminato la necessità per gli insegnanti di creare autonomamente tutti i materiali (Esplora, s.d.).

Consapevolezza ambientale: la natura immersiva dei contenuti ha contribuito ad accrescere la consapevolezza riguardo agli stili di vita sostenibili nelle isole, collegando direttamente l'educazione STEM alla cittadinanza attiva. Gli studenti hanno potuto osservare gli effetti concreti delle attività umane sugli ecosistemi locali (Żammit, 2023).

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

💡 **Suggerimento per gli insegnanti**

Contestualizzate i contenuti nel territorio. Gli studenti si interessano maggiormente alle scienze quando riescono a riconoscerle nella realtà che li circonda. Cercate risorse che rappresentino l'ecosistema locale o i settori produttivi del territorio. Anche senza utilizzare la realtà virtuale, collegare le lezioni a esempi vicini all'esperienza degli studenti ne aumenta la rilevanza e il coinvolgimento.

7.4: Caso studio Italia

Focus progettuale:

Realtà mista per lo sviluppo di competenze tecniche e la formazione a distanza

Contesto e panoramica:

L'Italia vanta una solida tradizione nell'ambito dell'istruzione tecnica. Tuttavia, l'insegnamento dell'intelligenza spaziale, ossia la capacità di visualizzare oggetti tridimensionali a partire da disegni tecnici bidimensionali, si è dimostrato particolarmente complesso. Per affrontare questa difficoltà, alcuni ricercatori del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management del Politecnico di Bari hanno sviluppato applicazioni di realtà mista (MR), rivolte in particolare all'ingegneria meccanica e agli scenari di apprendimento a distanza. La ricerca ha coinvolto complessivamente 84 studenti, distribuiti in due studi: 48 nel primo e 36 nel secondo. Sebbene il caso studio riguardi l'istruzione superiore, i risultati e gli insegnamenti emersi possono essere applicati direttamente anche agli istituti tecnici secondari (Gattullo et al., 2022).

Implementazione in classe:

Anche se questo specifico caso studio si concentra sull'istruzione superiore, dall'utilizzo della realtà mista e dalla sovrapposizione di ologrammi al mondo reale si possono ricavare indicazioni utili anche per altri contesti educativi.

- **Lo strumento:** gli studenti osservano normali disegni tecnici bidimensionali stampati su carta. L'applicazione di realtà mista proietta direttamente sul foglio un ologramma tridimensionale del componente meccanico, come un ingranaggio o una parte di un motore, contribuendo così a colmare la distanza tra la rappresentazione 2D e la comprensione 3D.
- **Smontaggio interattivo:** gli studenti possono "esplodere" l'ologramma, ossia separarne virtualmente i componenti nello spazio, per comprendere meglio in che modo le diverse parti e i meccanismi interni si assemblano e interagiscono tra loro.
- **Gestione del carico cognitivo:** lo studio ha misurato il carico cognitivo degli studenti per verificare che la tecnologia facilitasse l'apprendimento senza risultare eccessivamente complessa o disorientante. L'interfaccia è stata progettata per

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

proporre un livello di difficoltà adeguato, capace di stimolare gli studenti senza generare frustrazione.

Evidenza dell'impatto

Uno studio pubblicato nel 2022 ha evidenziato l'efficacia di questo approccio.

Comprensione spaziale: gli studenti che hanno utilizzato lo strumento di realtà mista hanno mostrato un netto miglioramento nella capacità di trasformare i disegni bidimensionali in rappresentazioni mentali tridimensionali, una competenza fondamentale per i futuri ingegneri.

Usabilità: l'applicazione ha ottenuto un punteggio di usabilità pari a 84,7 su 100, classificato come eccellente. Il carico cognitivo è stato valutato come medio: l'attività risultava quindi sufficientemente impegnativa da favorire l'apprendimento, senza che l'interfaccia provocasse difficoltà o frustrazione.

Sicurezza e accessibilità: lo strumento si è dimostrato particolarmente utile per l'apprendimento a distanza e per lo studio di macchinari pericolosi, che gli studenti non avrebbero potuto maneggiare in sicurezza all'interno di un laboratorio fisico.

> 💡 **Suggerimento per gli insegnanti**
>
> Utilizzate l'AR o la realtà mista per "guardare all'interno". Quando si insegnano strutture complesse, come organi biologici o motori meccanici, la realtà aumentata è più efficace delle immagini statiche per spiegare come le diverse parti si assemblano e interagiscono tra loro.

Conclusione

Questi quattro casi studio dimostrano che non esiste un unico modo di utilizzare le tecnologie immersive. Tuttavia, tutti condividono un elemento comune: la tecnologia non è stata impiegata per sostituire l'insegnante, ma per risolvere uno specifico problema didattico. A Cipro, l'attenzione si è concentrata sul rafforzamento delle competenze degli insegnanti; in Grecia, sulla gamification; a Malta, sul collegamento con il contesto locale; in Italia, sulla visualizzazione tecnica. Ciascun approccio ha avuto successo perché ha affrontato una reale difficoltà della didattica attraverso una tecnologia adeguata. Nel riflettere su chi saranno gli scienziati e gli ingegneri del futuro, è fondamentale assicurarsi che questi strumenti innovativi siano accessibili a tutti gli studenti. Nel prossimo capitolo saranno analizzati in particolare i contributi dei gruppi sottorappresentati nella scienza, con un'attenzione specifica alle donne nelle discipline scientifiche

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Riferimenti bibliografici:

Cipro:

Lasica, I.-E., Meletiou-Mavrotheris, M., & Katzis, K. (2020). Augmented Reality in Lower Secondary Education: A Teacher Professional Development Program in Cyprus and Greece. Education Sciences, 10(4), 121. https://doi.org/10.3390/educsci10040121

Meletiou-Mavrotheris, Maria & Pedaste, Margus & Mavrotheris, Efstathios & Katzis, Konstantinos & Lasica, Ilona-Elefteryja & Brikker, Meelis. (2023). Teacher Professional Development on AR-Enhanced Learning: Insights and Lessons Learned from the European Project EL-STEM. https://www.researchgate.net/publication/370027797_Teacher_Professional_Development_on_AR-Enhanced_Learning_Insights_and_Lessons_Learned_from_the_European_Project_EL-STEM

Lasica, I.-E. (2021). *Augmented reality in secondary education in the fields of STEM: A case study including teachers from schools in Cyprus and Greece* (Doctoral dissertation, European University Cyprus). National Archive of Ph.D. Theses. https://hdl.handle.net/10442/hedi/54043

Grecia:

Christopoulos, A., Mystakidis, S., Cachafeiro, E., & Laakso, M.-J. (2022). Escaping the cell: Virtual reality escape rooms in biology education. *Behaviour & Information Technology*. https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2079560

Mystakidis, S., & Christopoulos, A. (2022). Teacher Perceptions on Virtual Reality Escape Rooms for STEM Education. *Information*, 13(3), 136. https://doi.org/10.3390/info13030136

Mystakidis, Stylianos & Papantzikos, George & Stylios, Chrysostomos. (2021). Virtual Reality Escape Rooms for STEM Education in *Industry 4.0: Greek Teachers Perspectives.* 10.1109/SEEDA-CECNSM53056.2021.9566265.

Malta:

Secretariat for Catholic Education. (2025). *STEMMERSION – dissemination*. SfCE-Church Schools. Retrieved January 11, 2026, from https://www.csm.edu.mt/stemmersion-dissemination/

Żammit, J. (2023). Exploring the effectiveness of Virtual Reality in teaching Maltese, Computers & Education: X Reality, 3, 100035, ISSN 2949-6780, https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100035.

Italia:

Gattullo, M., Laviola, E., Boccaccio, A., Evangelista, A., Fiorentino, M., Manghisi, V. M., & Uva, A. E. (2022). Design of a Mixed Reality Application for STEM Distance Education Laboratories. *Computers, 11*(4), 50. https://doi.org/10.3390/computers11040050.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PARTE III: Celebrare le scienziate nelle discipline STEM

La rappresentanza femminile nei settori STEM continua a costituire una sfida fondamentale per gli educatori di tutto il mondo. La ricerca suggerisce che gli interventi basati sulla presentazione di modelli di riferimento rappresentino uno dei modi più efficaci per incoraggiare le ragazze a intraprendere percorsi nelle scienze e nell'ingegneria (Gladstone & Cimpian, 2021). Quando gli studenti possono riconoscersi nella storia delle scoperte scientifiche, aumenta il loro senso di appartenenza.

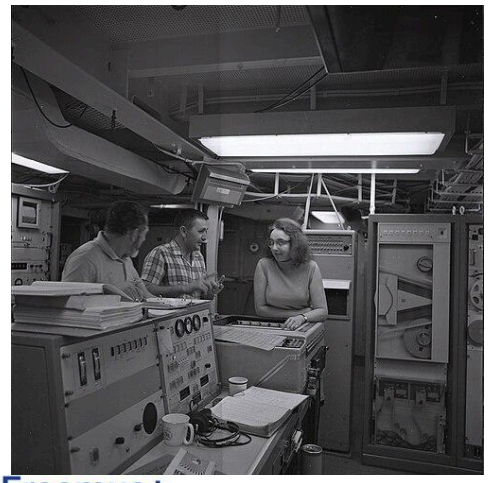
Questa parte del manuale celebra alcune donne pioniere che, grazie alla loro intelligenza e perseveranza, hanno contribuito a cambiare il mondo. Condividendo le loro storie, gli insegnanti possono aiutare gli studenti a comprendere che le discipline STEM rappresentano uno spazio nel quale anche i gruppi sottorappresentati possono assumere ruoli di leadership, innovare e raggiungere il successo.

Capitolo 8: Scienziate del clima e della Terra

• Marie Tharp

Per molto tempo si è creduto che il fondale oceanico fosse piatto e privo di caratteristiche particolari. La dott.ssa Marie Tharp (1920–2006) dimostrò che questa convinzione era errata. Lavorando presso il Lamont Geological Laboratory della Columbia University, oggi denominato Lamont-Doherty Earth Observatory, utilizzò i dati raccolti tramite sonar per realizzare la prima mappa scientifica dell'intero fondale oceanico. Il suo fu un lavoro estremamente meticoloso: trasformò migliaia di rilevazioni sonar, longitudine dopo longitudine e latitudine dopo latitudine, in profili del fondale marino disegnati a mano (Lamont-Doherty Earth Observatory, n.d.).

• La sua scoperta:



Marie Tharp contribuì alla scoperta della dorsale medio-atlantica, una gigantesca catena montuosa sottomarina che si estende per oltre 64.000 chilometri intorno al pianeta. Ancora più importante, individuò una valle di rift lungo il centro della dorsale. Questa scoperta fornì l'elemento probatorio mancante a sostegno della teoria della tettonica delle placche, l'idea rivoluzionaria secondo cui i continenti si muovono sulla superficie terrestree (Felt, 2012). Le sue mappe dimostrarono che il fondale oceanico non era piatto, ma ricoperto da canyon, dorsali e

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

montagne, rivelando sotto le onde un paesaggio dinamico e tridimensionale (Smithsonian Ocean, 2023).

AIP Emilio Segrè Visual Archives, Gift of Bill Woodward, USNS Kane Collection - https://repository.aip.org/islandora/object/nbla%3A297089, CC0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=123201510

- ## Il suo successo:

All'inizio della sua carriera, alle donne non era consentito salire a bordo delle navi da ricerca. Marie Tharp dovette quindi rimanere in ufficio e disegnare mappe sulla base dei dati raccolti da altri. Quando mostrò a un collega la valle di rift che aveva scoperto, questi liquidò la sua intuizione come "discorsi da ragazza", sostenendo che sarebbe stata considerata una teoria stravagante (Library of Congress, 2021). Ci volle quasi un anno perché la comunità scientifica accettasse i suoi risultati. Anche dopo che l'importanza del suo lavoro divenne evidente, il suo nome non comparve nei principali articoli scientifici sulla tettonica delle placche pubblicati tra il 1959 e il 1963.

💡 **Suggerimento per gli insegnanti**

Per commemorare l'eredità della Dott.ssa Tharp, utilizza app di realtà virtuale come Google Earth VR per sorvolare la Dorsale Medio-Atlantica. Mostra agli studenti come i disegni bidimensionali (2D) realizzati da Tharp siano diventati le mappe tridimensionali (3D) che utilizziamo oggi. Gli studenti possono esplorare il fondale oceanico che Tharp ha mappato e osservare la valle di rift che ha scoperto..

- ## Wangari Maathai

Wangari Maathai (1940–2011) è stata una scienziata ambientale e attivista politica keniota, nonché la prima donna africana a ricevere il Premio Nobel per la pace, assegnatole nel 2004. Nel 1977 fondò il Green Belt Movement, un'organizzazione ambientalista di base impegnata nella piantumazione di alberi, nella tutela dell'ambiente e nell'emancipazione femminile. Fu inoltre la prima donna dell'Africa orientale e centrale a conseguire un dottorato di ricerca, ottenendo nel 1971 un PhD in anatomia veterinaria presso l'Università di Nairobi (Nobel Prize, 2004).



- ## Il suo lavoro:

Maathai comprese che il degrado ambientale e la deforestazione in Kenya erano direttamente collegati alla povertà, soprattutto per le donne delle aree rurali. Partendo da appena sette piantine durante la Giornata mondiale dell'ambiente del 1977, il Green Belt

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Movement si trasformò in un vasto programma di riforestazione. L'organizzazione ha piantato oltre 51 milioni di alberi e formato più di 30.000 donne nei settori della silvicoltura, dell'apicoltura, della trasformazione alimentare e delle attività produttive sostenibili (Green Belt Movement, n.d.; Goldman Environmental Prize, 2023).

Wangarĩ Maathai at the Social Forum Note. Photograph by [Photographer's Name] (Year). Wikimedia Commons. URL

- **Il suo impatto**:

Il lavoro di Maathai andò oltre la tutela dell'ambiente, diventando una battaglia per la giustizia sociale, la democrazia e i diritti umani. Si oppose al regime autoritario e guidò campagne di successo contro la deforestazione di spazi pubblici come l'Uhuru Park. Il suo attivismo le procurò persecuzioni da parte del governo, ma continuò a impegnarsi e divenne un simbolo internazionale dell'attivismo ambientale e democratico (Learning to Give, n.d.).

💡 **Suggerimento per gli insegnanti**

Utilizzate esperienze VR o video a 360° dedicati ai progetti di riforestazione in Kenya. Gli studenti possono calcolare la quantità di carbonio compensata dalla piantumazione di 51 milioni di alberi utilizzando calcolatori AR dell'impronta di carbonio. Possono inoltre progettare un proprio progetto "Green Belt" per la comunità locale mediante strumenti di progettazione in realtà aumentata.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 9: Chimiche

Marie Curie



La dott.ssa Marie Curie (1867–1934) è probabilmente una delle scienziate più celebri della storia. Fu la prima persona a ricevere due Premi Nobel in due diversi ambiti scientifici: il Nobel per la Fisica nel 1903, condiviso con il marito Pierre Curie e Henri Becquerel, e il Nobel per la Chimica nel 1911, assegnato esclusivamente a lei. Fu inoltre la prima donna a vincere un Premio Nobel e rimane l'unica persona ad aver ottenuto il riconoscimento in due diverse discipline scientifiche (Pasachoff, 1996).

Le sue scoperte:

Scoprì due nuovi elementi chimici: il polonio, chiamato così in omaggio alla sua Polonia natale, e il radio. Coniò inoltre il termine "radioattività" per descrivere il fenomeno che stava studiando. Durante la Prima guerra mondiale sviluppò unità mobili a raggi X, note come "petites Curies", per assistere i soldati feriti direttamente sul campo di battaglia. Portando la tecnologia radiologica negli ospedali da campo, contribuì a salvare innumerevoli vite (Pasachoff, 1996).

Nobel Foundation. (1903). Marie Skłodowska-Curie, 1903 Nobel Prize portrait [Photograph]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marie_Curie_1903.jpg

La sua eredità:

Nonostante la povertà e le discriminazioni sessiste affrontate nel corso della sua carriera, Marie Curie cambiò per sempre la medicina e la ricerca scientifica. Le fu negata l'ammissione all'Accademia francese delle scienze perché donna, persino dopo la vittoria del suo primo Premio Nobel. Continuò tuttavia il proprio lavoro e fondò gli Istituti Curie di Parigi e Varsavia, che ancora oggi rappresentano importanti centri di ricerca sul cancro.

> 💡 **Suggerimento per gli insegnanti**
>
> Utilizzate simulazioni AR per mostrare come gli atomi di radio decadono nel tempo. Applicazioni come Elements 4D o altre piattaforme AR dedicate alla chimica consentono agli studenti di osservare in tempo reale la struttura atomica e il decadimento radioattivo, rendendo visibile il processo normalmente invisibile della radioattività.

Stephanie Kwolek

Stephanie Kwolek (1923–2014) fu una chimica che inizialmente desiderava frequentare la facoltà di medicina e che, nel frattempo, lavorava presso DuPont nel campo della ricerca sui

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

polimeri. Questo cambiamento inatteso nel suo percorso professionale portò a una delle più importanti scoperte della scienza dei materiali del XX secolo.



- **La sua scoperta**:

Nel 1965, mentre cercava una fibra leggera da utilizzare per rinforzare gli pneumatici, Kwolek sintetizzò una soluzione di cristalli liquidi torbida e poco viscosa, molto diversa da qualsiasi materiale osservato in precedenza. Molti ricercatori l'avrebbero scartata, ritenendola contaminata, ma Kwolek si fidò della propria intuizione e chiese a un collega di sottoporla a verifica. Il risultato fu straordinario: la fibra ottenuta era cinque volte più resistente dell'acciaio, pur essendo leggera come la plastica. Da questa scoperta nacque il Kevlar, un materiale rivoluzionario che ha contribuito a salvare innumerevoli vite (Time for Kids, 2020).

Kalish, H. (n.d.). Stephanie Kwolek [Photograph]. Science History Institute. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stephanie_Kwolek

- **Il suo impatto**:

Oggi il Kevlar viene utilizzato nei giubbotti antiproiettile per proteggere le forze dell'ordine e il personale militare in tutto il mondo. Viene impiegato anche nei veicoli spaziali per schermarli dai micrometeoriti, nei ponti sospesi per garantire maggiore resistenza con un peso ridotto e in numerose altre applicazioni.

> 💡 **Suggerimento per gli insegnanti**
>
> Utilizzate l'AR per confrontare la struttura molecolare del Kevlar con quella dell'acciaio. Gli studenti possono manipolare modelli molecolari 3D e osservare come le catene del polimero para-aramidico si allineano, generando una resistenza eccezionale. È inoltre possibile mostrare dimostrazioni VR dedicate alle prove sui materiali, confrontando il comportamento del Kevlar con quello dei materiali tradizionali.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 10: Biologhe

• Rita Levi-Montalcini

La dott.ssa Rita Levi-Montalcini è stata una neurobiologa italiana che condusse i suoi esperimenti più celebri in un laboratorio segreto allestito nella propria camera da letto durante la Seconda guerra mondiale, poiché le leggi razziali le impedivano di lavorare nelle università (Nobel Prize Outreach, 2025).



La sua scoperta:

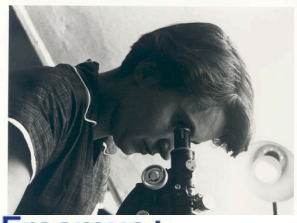
Utilizzando attrezzature di fortuna, Levi-Montalcini studiò la crescita delle cellule nervose negli embrioni di pollo. Scoprì il fattore di crescita nervoso (Nerve Growth Factor, NGF), una proteina che indica alle cellule come crescere e mantenersi vitali. Questa scoperta fu rivoluzionaria perché dimostrò che segnali chimici specifici controllano lo sviluppo e il funzionamento del sistema nervoso. Il suo lavoro si rivelò fondamentale anche per comprendere meglio malattie neurodegenerative come l'Alzheimer e alcune forme di cancro. (Nobel Prize Outreach, 2025). Per questa scoperta ricevette il Premio Nobel per la Fisiologia o la Medicina nel 1986.

Hagblom, K. (1986). Rita Levi-Montalcini during a visit to Lund, Sweden [Photograph]. University Library, Lund University. https://www.alvin-portal.org/alvin/imageViewer.jsf?dsId=ATTACHMENT-0001&pid=alvin-record%3A240038

> 💡 **Suggerimento per gli insegnanti**
>
> Utilizzate applicazioni di biologia in VR per mostrare agli studenti come le cellule nervose crescono e formano connessioni. Strumenti come InMind VR consentono di esplorare il cervello umano e osservare i neuroni in azione. È inoltre possibile utilizzare sovrapposizioni in realtà aumentata del sistema nervoso per mostrare come il fattore di crescita nervoso guidi lo sviluppo dei nervi.

• Rosalind Franklin

La dott.ssa Rosalind Franklin (1920–1958) è stata una chimica e cristallografa britannica, il cui lavoro fu essenziale per comprendere la struttura del DNA, pur ricevendo scarso riconoscimento durante la sua vita.



La sua scoperta:

Realizzò la celebre **"Foto 51"**, un'immagine ottenuta attraverso la diffrazione a raggi X che mostrava chiaramente la struttura a

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

doppia elica del DNA. La fotografia costituì una prova fondamentale per il modello elaborato da James Watson e Francis Crick. Tuttavia, il collega Maurice Wilkins mostrò l'immagine a Watson senza che Franklin ne fosse informata né avesse dato il proprio consenso. Watson e Crick pubblicarono il loro modello nel 1953 e, insieme a Wilkins, ricevettero il Premio Nobel nel 1962. (Rosenfeld, 2003).

Figure 1 Rosalind Franklin with microscope Note. Photograph by MRC Laboratory of Molecular Biology (1955), from the personal collection of Jenifer Glynn. Licensed under CC BY-SA 4.0.

- **Il suo impatto**:

Senza le immagini di alta qualità ottenute da Franklin attraverso la cristallografia a raggi X, la scoperta della struttura del DNA avrebbe probabilmente richiesto molti più anni. Oltre al DNA, contribuì in modo significativo anche alla comprensione della struttura molecolare dei virus (Johnson, 2017).

> 💡 **Suggerimento per gli insegnanti**
>
> Utilizzate la realtà aumentata per mostrare agli studenti la struttura a doppia elica del DNA. Applicazioni come DNA Play permettono di manipolare ed esplorare modelli tridimensionali, aiutando a comprendere il rapporto tra struttura e funzione. Mostrate la Foto 51 accanto a moderni modelli AR del DNA, così che gli studenti possano osservare in che modo l'immagine ottenuta da Franklin rivelò la struttura elicoidale.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Capitolo 11: Fisiche e scienziate dell'energia

• Fabiola Gianotti

La dott.ssa Fabiola Gianotti è una fisica italiana specializzata in fisica delle particelle ed è stata la prima donna a ricoprire il ruolo di Direttrice generale del CERN, il più grande laboratorio di fisica delle particelle al mondo. Svolge questo incarico dal 2016 ed è stata riconfermata per un secondo mandato, diventando la prima Direttrice generale nella storia del CERN a completare due mandati consecutivi.



• La scoperta

Dal 2009 al 2013 Gianotti è stata portavoce eletta dell'esperimento ATLAS presso il Large Hadron Collider del CERN. Il 4 luglio 2012 ebbe l'onore di annunciare al mondo una delle scoperte più importanti della fisica: il bosone di Higgs, spesso chiamato "particella di Dio". Il bosone di Higgs contribuisce a spiegare perché gli oggetti nell'universo possiedono massa, una delle questioni fondamentali della fisica. La scoperta confermò una teoria formulata quasi cinquant'anni prima e fu così significativa che Peter Higgs e François Englert ricevettero il Premio Nobel per la Fisica l'anno successivo (CERN, 2024).

Brice, M. (2015). Portrait of Dr. Fabiola Gianotti [Photograph]. CERN Document Server. https://cds.cern.ch/record/2116825

• Fonte di ispirazione

Prima di dedicarsi alla fisica, Gianotti studiò pianoforte al Conservatorio di Milano. Parla spesso dell'armonia tra il suo amore per la musica e le discipline umanistiche e la sua passione per la fisica, dimostrando agli studenti che gli scienziati possono coltivare interessi e talenti molto diversi.

💡 Suggerimento per gli insegnanti

Utilizzate esperienze VR come CERN VR o Google Arts & Culture: Inside CERN per accompagnare gli studenti in una visita virtuale del Large Hadron Collider. Potranno osservare le enormi dimensioni dell'acceleratore di particelle e comprendere la tecnologia alla base della scoperta del bosone di Higgs. È inoltre possibile utilizzare l'AR per mostrare simulazioni di fisica delle particelle, rendendo visibili le particelle subatomiche e le loro collisioni.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

• Fotini Markopoulou-Kalamara

La dott.ssa Fotini Markopoulou-Kalamara è una fisica teorica greca nota per il suo lavoro innovativo sulla gravità quantistica, in particolare per lo sviluppo della teoria chiamata “Quantum Graphity”. Rappresenta un esempio di scienziata moderna e interdisciplinare, capace di muoversi tra fisica teorica, ingegneria del design e innovazione tecnologica.



• Il suo lavoro:

Markopoulou mette in discussione alcune delle idee più fondamentali sul tempo e sullo spazio. Nel 2008, insieme ai suoi colleghi, introdusse la Quantum Graphity, un modello rivoluzionario secondo cui lo spaziotempo potrebbe emergere da una rete di connessioni, simile a un insieme di nodi in un grafo che possono essere “attivi” o “inattivi”.

re:publica. (2016). Fotini Markopoulou with “Empathic Technology” at re:publica, Berlin [Photograph]. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fotini_Markopoulou_republica_2016.jpg

Secondo questa teoria, a temperature estremamente elevate, come quelle immediatamente successive al Big Bang, tutti i punti dello spazio sarebbero collegati in modo casuale e lo spaziotempo, così come lo conosciamo, non esisterebbe. Con il raffreddamento dell’universo, questa rete subirebbe una transizione di fase e lo spaziotempo si “condenserebbe” nella realtà quadridimensionale che sperimentiamo (Konopka, Markopoulou, & Smolin, 2006).

• STEM contemporanee:

Oltre alla fisica, Markopoulou ha cofondato Empathic Technologies, un’azienda che utilizza la ricerca psicofisiologica per sviluppare tecnologie indossabili. Il suo percorso mostra come una carriera nelle STEM possa evolvere dalla ricerca teorica pura verso tecnologie applicate capaci di incidere sulla vita quotidiana (Markopoulou, 2015)



• Androulla Vassiliou

Pur non essendo una scienziata di laboratorio, la dott.ssa Androulla Vassiliou è un’avvocata e politica cipriota che ha ricoperto il ruolo di Commissaria europea per l’Istruzione, la cultura, il multilinguismo e la gioventù dal 2010 al 2014. Il suo lavoro dimostra che la leadership nelle STEM non si limita ai laboratori, ma comprende anche la definizione delle politiche e la riforma dell’istruzione.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- ## Il suo impatto:

  Vassiliou ha svolto un ruolo importante nella promozione dell'educazione STEM in Europa durante una fase cruciale di riforma dei sistemi educativi. Si è concentrata in particolare sull'alfabetizzazione digitale e sull'incoraggiamento delle ragazze a intraprendere percorsi tecnici. Il suo lavoro ha affrontato le barriere sistemiche che ostacolano l'accesso delle donne alle carriere STEM, sostenendo cambiamenti politici ai più alti livelli della governance europea (European Commission, 2008).

Androulla Vassiliou, European Commissioner for Education and Culture Note. Photograph by Marina Ofugi (2011). Wikimedia Commons.

- ## Il potere della politica:

  I suo percorso mostra agli studenti che le carriere STEM comprendono anche leadership, elaborazione delle politiche e riforma educativa. Prima di ricoprire il ruolo di Commissaria europea, Vassiliou fu attiva nella politica cipriota, sedendo alla Camera dei rappresentanti e promuovendo norme sui diritti delle donne, dei bambini e dei pazienti (WISE, 2019).

Conclusione

Le donne presentate in questi capitoli condividono una caratteristica comune: osservavano il mondo da una prospettiva diversa. Superarono barriere sociali e limiti tecnici, contribuendo ad ampliare i confini della conoscenza umana. Presentando questi modelli di riferimento agli studenti, gli insegnanti possono offrire loro una guida per immaginare il proprio futuro. Dopo aver esplorato il "perché" e il "chi" dell'educazione STEM attraverso AR, VR e biografie ispiratrici, la Parte IV affronterà il "come", proponendo tutorial passo passo per utilizzare gli strumenti di **STEM-IT.**

Riferimenti bibliografici

Gladstone, Jessica & Cimpian, Andrei. (2021). Which Role Models are Effective for Which Students? A Systematic Review and Four Recommendations for Maximizing the Effectiveness of Role Models in STEM. *International Journal of STEM Education.* 10.1186/s40594-021-00315-x.

Felt, H. (2012). *Soundings: The story of the remarkable woman who mapped the ocean floor.* Henry Holt and Company.

European Commission. (2008). Androulla Vassiliou speeches and statements. https://health.ec.europa.eu/latest-updates/androulla-vassiliou-member-european-commission-responsible-health-one-health-healthy-animals-healthy-2008-11-10_en

Pasachoff, N. (2005). *Marie Sklodowska Curie* [PDF]. American Institute of Physics, Center for History of Physics. https://history.aip.org/exhibits/curie/curie.pdf

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Time for Kids. (2020, August 17). *This is Stephanie: Read the story of Stephanie Kwolek*. TIME USA, LLC. https://www.timeforkids.com/a8/this-is-stephanie-kwolek/
Nobel Prize Outreach. (2025). *Rita Levi-Montalcini: Women who changed science*. NobelPrize.org. https://www.nobelprize.org/stories/women-who-changed-science/rita-levi-montalcini
Rosenfeld J. A. (2003). Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA. *BMJ : British Medical Journal*, *326*(7383), 289.
Johnson, B. (2017, July 25). Rosalind Franklin's contributions to virology. Research Communities by Springer Nature. https://communities.springernature.com/posts/rosalind-franklin-s-contributions-to-virology
Lamont-Doherty Earth Observatory. (n.d.). About Marie Tharp. Columbia University. https://marietharp.ldeo.columbia.edu/about-marie-tharp
Smithsonian Ocean. (2023, May 11). Making a mark on the ocean floor. Smithsonian Ocean Portal. https://ocean.si.edu/ecosystems/deep-sea/making-mark-ocean-floor
Goldman Environmental Prize. (2023). The Green Belt Movement: 40 years of impact. https://www.goldmanprize.org/blog/green-belt-movement-wangari-maathai/
Green Belt Movement. (n.d.). About the Green Belt Movement. https://www.greenbeltmovement.org/
CERN. (2024). CERN70: Announcing the Higgs boson discovery. CERN News. https://home.cern/news/series/cern70/cern70-announcing-higgs-boson-discovery
Konopka, T., Markopoulou, F., & Smolin, L. (2006). Quantum graphity. arXiv preprint hep-th/0611197. https://arxiv.org/abs/hep-th/0611197
Markopoulou, F. (2015, June 25). Entropy to empathy: Leaving theoretical physics for wearable tech. The Huffington Post. https://www.huffingtonpost.co.uk/fotini-markopoulou/wearable-tech-empathy_b_7660180.html
WISE. (2019). Androulla Vassiliou biography. https://www.wise-qatar.org/biography/androulla-vassiliou/

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

PARTE IV: Implementazione pratica

Nella Parte IV del manuale ci concentriamo sull'uso pratico degli strumenti sviluppati nell'ambito del progetto STEM-IT. Il capitolo seguente presenta ciascuno strumento attraverso una breve introduzione, una spiegazione del suo utilizzo didattico e una guida passo dopo passo. Allo stesso tempo, evidenzia come le tecnologie AR e VR possano essere sfruttate per rendere l'insegnamento STEM più interattivo e immersivo. L'obiettivo è aiutare i docenti a comprendere come funzionano questi strumenti e come possano essere applicati in classe in modo semplice e pratico.

Capitolo 12: Guida rapida agli strumenti interattivi di STEM-IT

Questo capitolo presenta gli strumenti interattivi sviluppati nell'ambito del progetto STEM-IT e mostra come possano essere utilizzati nelle lezioni STEM. Ogni sezione è dedicata a uno strumento, ne spiega l'uso di base e fornisce indicazioni pratiche per docenti e studenti. Attraverso esempi tratti da diverse discipline, come chimica, cambiamento climatico, geografia, biologia, fisica e termodinamica, il manuale mostra come gli ambienti AR, VR e 3D possano rendere l'insegnamento più interattivo e coinvolgente.

12.1 AR Tutor

AR Tutor è una piattaforma didattica di realtà aumentata che collega materiali di apprendimento stampati o digitali a contenuti interattivi. Gli studenti possono utilizzare uno smartphone o un tablet per scansionare pagine o immagini specifiche di un libro stampato o digitale e visualizzare gli elementi digitali a esse collegati.
La piattaforma è stata sviluppata dall'Advanced Educational Technologies and Mobile Applications (AETMA) Research Lab della Democritus University of Thrace, in Grecia, ed è in continuo sviluppo dal 2016. È disponibile gratuitamente per docenti e studenti di tutto il mondo, in linea con la sua visione "Immersive Education for All".

AR Tutor - Strumento didattico per le STEM

Nelle lezioni STEM, la realtà aumentata può aiutare a rendere i concetti complessi più facili da visualizzare e discutere. Invece di limitarsi a leggere spiegazioni o osservare diagrammi, gli studenti possono scansionare il materiale, osservare i contenuti digitali e interagire con essi in modo più diretto.
AR Tutor è utile anche per i docenti. Consente agli insegnanti, anche con competenze tecniche limitate, di creare libri in realtà aumentata e preparare attività didattiche più coinvolgenti senza dover conoscere la programmazione. Per farlo, i docenti scelgono innanzitutto le risorse adatte alla materia e all'unità che intendono insegnare, come immagini, video, file audio, link o modelli 3D, e poi le collegano alle pagine pertinenti del libro

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

tramite la piattaforma. La piattaforma include inoltre funzionalità orientate all'accessibilità che possono supportare gli studenti con disabilità motorie.

Acidi, basi e sali con AR Tutor

L'esempio seguente mostra come AR Tutor possa essere applicato in una vera lezione STEM, utilizzando la chimica come materia. Il progetto STEM-IT ha sviluppato due corsi AR Tutor pronti all'uso dedicati all'unità "Acidi, basi e sali".

Il corso è disponibile nelle seguenti versioni:

- **High School Course:** progettato per gli studenti della scuola superiore e incentrato sui concetti di base di acidi, basi e sali.
- **Middle School Course:** progettato per gli studenti della scuola secondaria di primo grado e adattato al relativo livello di apprendimento.

"**Acids, bases and salts - High School Course**" è un micromodulo/unità rivolto agli studenti della scuola superiore. Il codice QR dell'e-book può essere inviato a tutti gli studenti via e-mail.
"**Acids, bases and salts - Middle School Course**" è un micromodulo/unità rivolto agli studenti della scuola secondaria di primo grado. Il codice QR dell'e-book può essere inviato a tutti gli studenti via e-mail.
La procedura di accesso è la stessa per entrambe le versioni.
Per visualizzare gli elementi in realtà aumentata scansionando l'e-book, gli studenti devono scaricare l'app ARTutor sui propri smartphone o sui tablet della scuola (Android: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aetma.artutor3Chl=en; iOS: https://apps.apple.com/gr/app/artutor4/id1573116812). Gli smartphone devono supportare ARCore. Sono supportati i dispositivi con Android 8.1 (API 27) o versioni successive e i dispositivi compatibili con ARKit con iOS 11.0 o versioni successive. Maggiori informazioni sui dispositivi disponibili sono riportate al link seguente:
https://developers.google.com/ar/devices#google_play_devices

1. Aprire l'applicazione ARTutor e selezionare l'opzione per la scansione del codice QR.
2. Scansionare il codice QR mostrato in [Figura 1] utilizzando lo scanner ARTutor [Figura 2].
3. Una volta riconosciuto il codice QR, il libro verrà caricato automaticamente nell'applicazione.
4. La fotocamera verrà quindi attivata e sarà pronta all'uso.
5. Posizionare davanti a sé il libro stampato oppure aprirne la versione PDF.
6. Scansionare le pagine del libro con la fotocamera del dispositivo per visualizzare gli elementi in realtà aumentata disponibili.

Dopo il caricamento del libro, gli studenti possono esplorare liberamente i suoi elementi in realtà aumentata scansionando le pagine corrispondenti.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Sopra ogni immagine dell'e-book è presente una freccia con la scritta "scan image", che aiuta gli studenti a capire quale elemento devono scansionare.



Figura 1: Codici QR degli e-book



Figura 2: Funzionalità di scansione QR di ARTutor

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

In alternativa, tramite l'applicazione ARTutor gli studenti possono cercare il libro "Acids, bases and salts - High School Course".
È possibile accedere anche ad altri libri facendo clic sulla prima opzione nella schermata iniziale dell'app. Selezionando una categoria, vengono recuperati e mostrati tutti i libri appartenenti a quella categoria. Per ogni libro vengono visualizzati titolo, descrizione, autore e lingua [Figura 3]. Quando si seleziona un libro, il server recupera tutti gli elementi in realtà aumentata assegnati alle diverse aree del libro. Successivamente compare una nuova schermata con l'anteprima della fotocamera e il dispositivo è pronto a scansionare le varie pagine del libro e a riconoscere le immagini trigger.

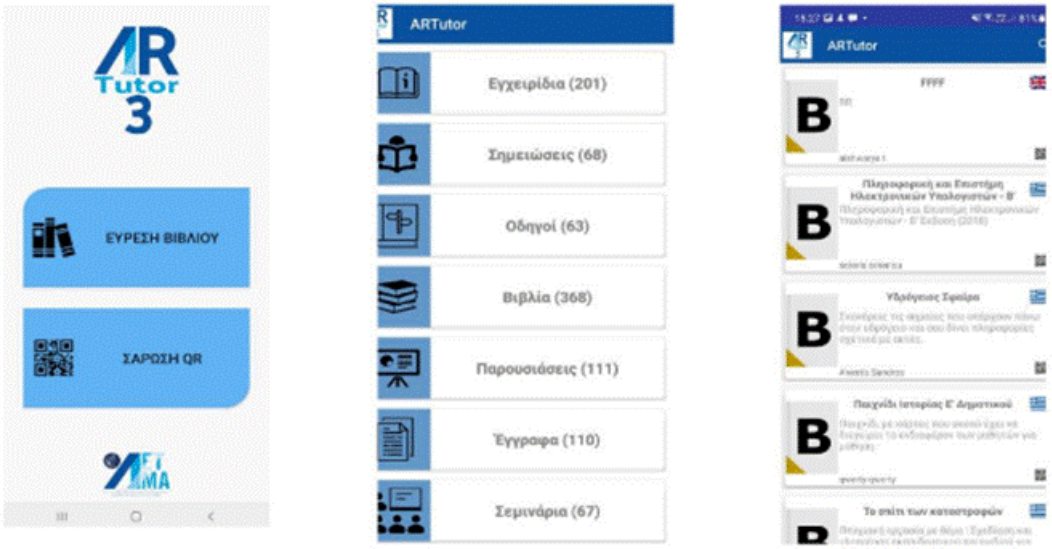


Figura 3: Ricerca dei libri nell'applicazione ARTutor

Creare libri con AR Tutor

Oltre a utilizzare i corsi AR Tutor già pronti, i docenti possono creare i propri materiali didattici interattivi tramite la piattaforma ARTutor. Possono caricare un documento, selezionare aree specifiche delle pagine e collegarle a risorse digitali come video, modelli 3D, immagini o link esterni. I passaggi seguenti forniscono una panoramica semplice di come un docente può creare un nuovo documento interattivo in ARTutor.

Passaggio 1: Registrarsi e accedere ad ARTutor

I docenti accedono innanzitutto alla piattaforma ARTutor https://artutor.cs.duth.gr/home/, creano un account e confermano la registrazione tramite e-mail. Dopo l'accesso vengono trasferiti nell'area "My Books", dove possono gestire o creare i propri libri.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

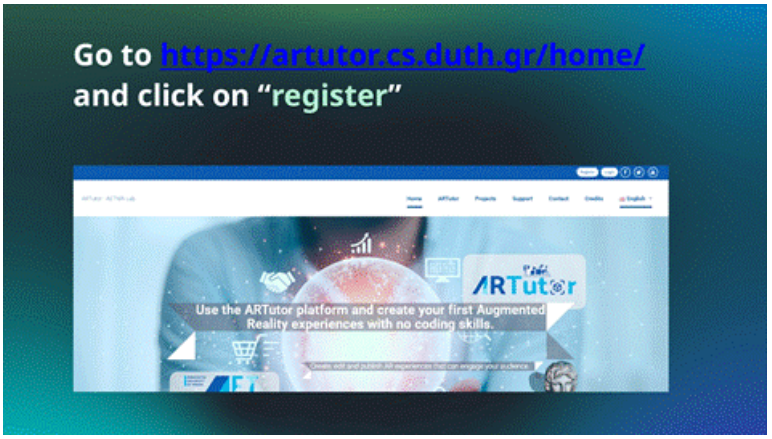


Figura 4: Creazione di un account nella piattaforma ARTutor

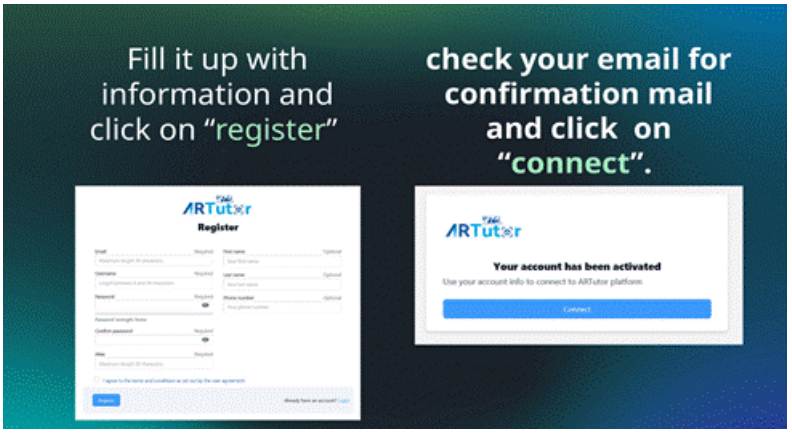


Figura 5: Conferma della registrazione tramite e-mail

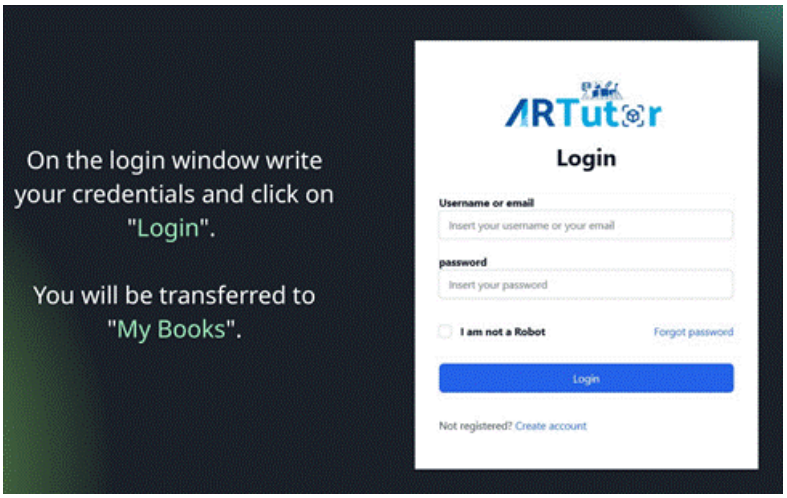


Figura 6: Accesso con le credenziali

Passaggio 2: Creare un nuovo libro

Dal menu sul lato destro dell’editor, i docenti fanno clic sul pulsante “Create” e compilano le informazioni richieste sul libro, come titolo, descrizione, etichette, categoria, lingua, ambito di conoscenza, livello di istruzione, immagine di copertina e file PDF. Dopo aver completato le informazioni, selezionano “Create Book”.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

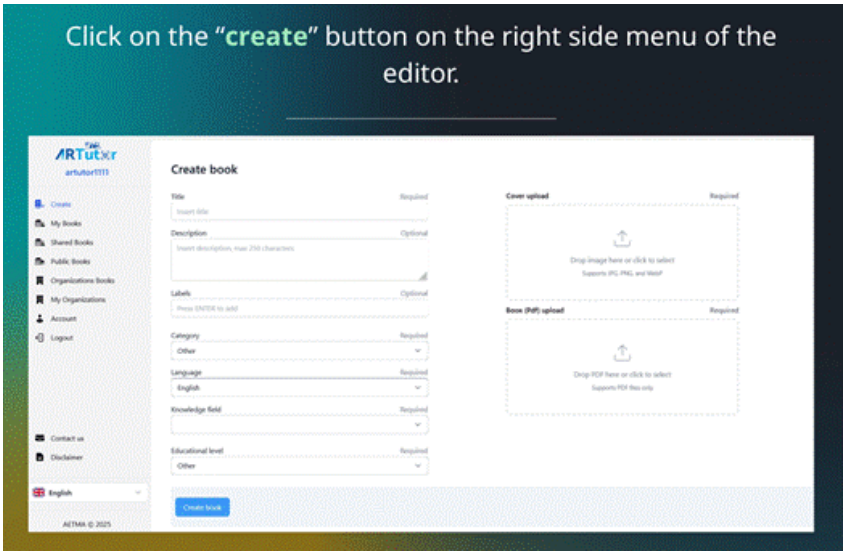


Figura 7: Creazione di un libro

Passaggio 3: Aggiungere elementi in realtà aumentata

Dopo aver creato il libro, i docenti possono aggiungere elementi in realtà aumentata selezionando l'area pertinente della pagina tramite lo strumento di ritaglio. L'area di ritaglio deve essere sufficientemente ampia e nitida da poter essere riconosciuta dalla fotocamera.

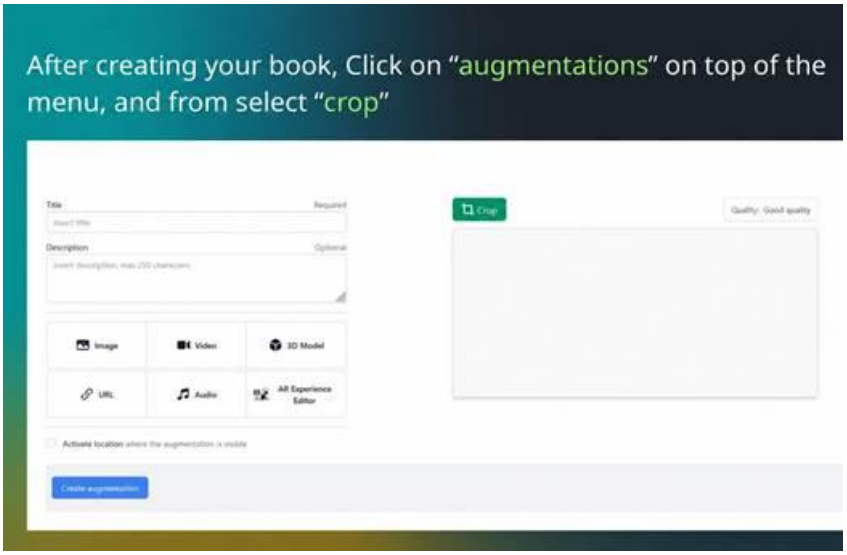


Figura 8: Strumento di ritaglio

> 💡 **Suggerimento!**
>
> Quando si creano nuovi materiali con **AR Tutor**, assicurarsi che l'area di ritaglio selezionata sia nitida e che la piattaforma mostri la dicitura **"Good Quality"** o **"Excellent Quality"** prima di salvare.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Passaggio 4: Aggiungere risorse digitali

I docenti possono collegare diversi tipi di risorse alle aree selezionate del documento, tra cui video, modelli 3D, URL e immagini. Ogni risorsa viene aggiunta inserendo un titolo e una descrizione, selezionando il tipo di sorgente e caricando o collegando il file pertinente.

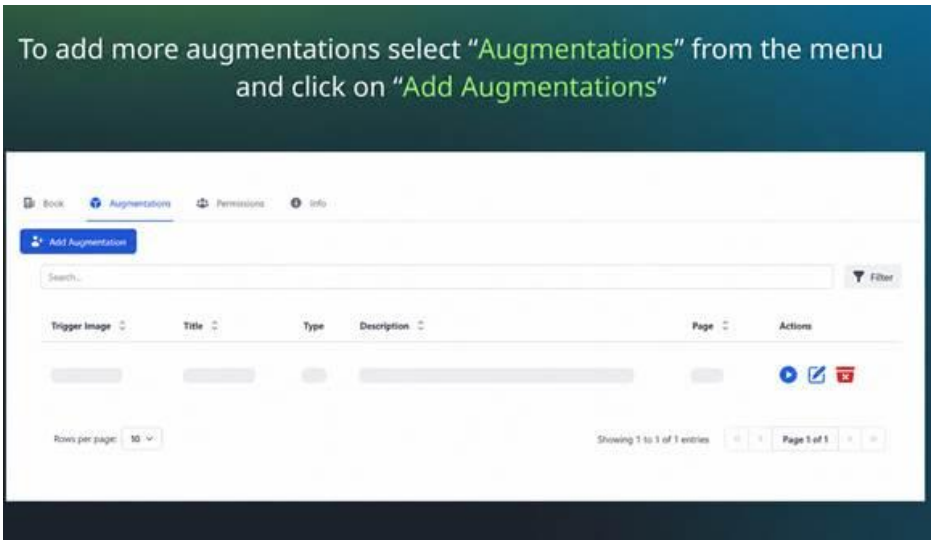


Figura 9: Aggiunta di elementi in realtà aumentata nel libro

Passaggio 5: Pubblicare e scansionare il materiale

Una volta aggiunti gli elementi in realtà aumentata, i docenti devono impostare lo stato del libro su "Completed" e la visibilità su "Public". Gli studenti possono quindi aprire l'app ARTutor4, scansionare il codice QR e utilizzare il proprio dispositivo mobile per scansionare il PDF visualizzato su uno schermo oppure una copia stampata del documento.

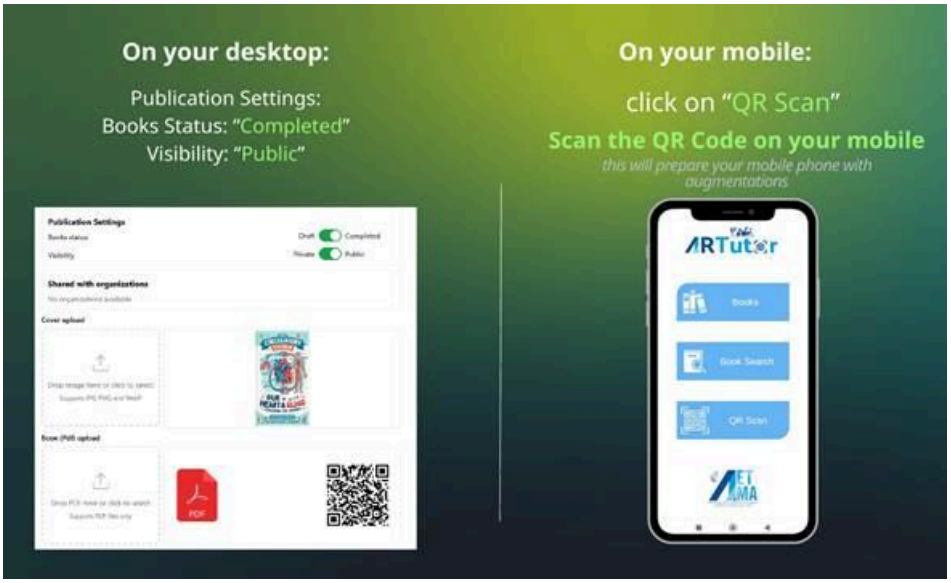


Figura 10: Impostazioni di pubblicazione e scansione

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

12.2 VR Museum

Nel progetto STEM-IT, la piattaforma Metasteps è stata utilizzata per creare lo “STEM-IT VR Museum - Climate Change Exhibition”. Metasteps è una piattaforma che aiuta i docenti a trasformare contenuti didattici, progetti e attività in classe in esperienze virtuali 3D. Può essere utilizzata per creare mostre virtuali, gallerie 3D e aule virtuali in cui gli studenti esplorano le risorse in modo più visivo e coinvolgente.

Nell’insegnamento STEM, l’apprendimento virtuale può rendere più semplici da seguire gli argomenti complessi. Invece di leggere tutte le informazioni in un unico punto, gli studenti si muovono in un museo virtuale, visitano diverse sale ed esplorano il materiale passo dopo passo.

Per i docenti, il VR Museum rappresenta un modo pratico per riunire diverse risorse didattiche in un unico spazio. Tramite la piattaforma Metasteps possono aggiungere immagini, video, elementi 3D, audio, testi e link, e creare poi percorsi che guidano gli studenti attraverso la mostra. Prima di costruire il museo, i docenti devono scegliere risorse coerenti con la materia, l’unità didattica e gli obiettivi di apprendimento. Il materiale deve essere chiaro, affidabile e adatto all’età degli studenti.

STEM-IT VR Museum - Mostra sul cambiamento climatico

Lo “STEM-IT VR Museum - Climate Change Exhibition” è un museo virtuale interattivo in cui gli utenti possono esplorare la scienza alla base del cambiamento climatico, i suoi impatti ambientali e sociali e le soluzioni che possono contribuire a proteggere il nostro pianeta. Muovendosi attraverso la mostra, scopriranno come le attività umane influenzano il sistema climatico terrestre e come individui, comunità e società possano contribuire a un futuro più sostenibile.

Il museo è composto da 6 sale in cui vengono analizzati periodi e casi differenti. Gli utenti possono esplorare il processo del cambiamento climatico attraverso immagini, video, modelli 3D e giochi; alla fine completano un quiz per valutare le conoscenze acquisite.

La 1ª sala introduce i visitatori al concetto fondamentale di cambiamento climatico e all’evoluzione del rapporto dell’umanità con la Terra.
La 2ª sala esplora lo sviluppo storico del cambiamento climatico e il modo in cui le osservazioni scientifiche hanno evidenziato cambiamenti a lungo termine nel clima terrestre.
La 3ª sala si concentra sui meccanismi scientifici che regolano il clima terrestre. La 4ª sala presenta le conseguenze ambientali del cambiamento climatico nel mondo.
La 5ª sala analizza come cambiamenti ambientali quali innalzamento del livello del mare, alluvioni, siccità ed eventi meteorologici estremi stiano costringendo le comunità a trasferirsi.
Infine, la 6ª sala è dedicata alle soluzioni e all’azione collettiva. I visitatori esplorano tecnologie per le energie rinnovabili, il ripristino degli ecosistemi e iniziative promosse dalle comunità per affrontare il cambiamento climatico.
Nella sala finale (la 6ª) è presente il quiz.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Quando gli utenti aprono il link del museo (Link to VR Museum), si trovano davanti al museo nel Path 1. Facendo clic sulla freccia in basso a sinistra dello schermo [Figura 1], possono vedere gli 8 Paths creati per aiutarli a muoversi correttamente nel VR Museum e, allo stesso tempo, ricevere tramite audio e testo informazioni sul tema di ciascuna sala. Facendo clic su ciascun Path, gli utenti vengono guidati automaticamente nelle diverse sale del museo.

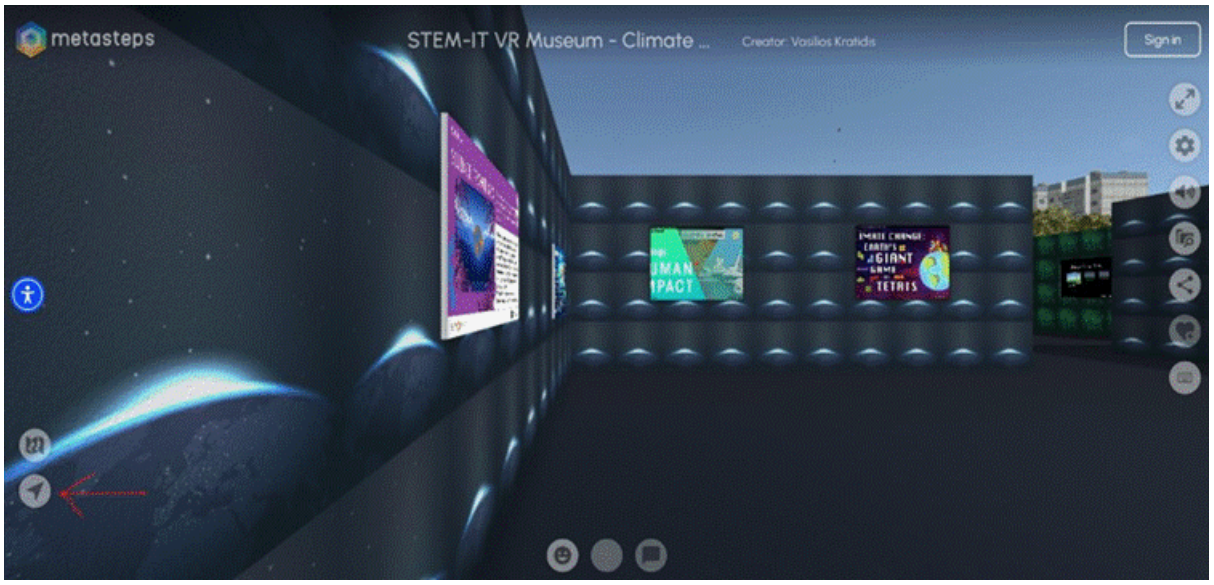


Figura 1: Percorsi

Sopra il pulsante con la freccia, sul lato sinistro dello schermo, gli utenti vedranno un altro pulsante simile a una mappa che mostra la loro posizione esatta all'interno del museo *[Figura 2]*.



Figura 2: Mappa del VR Museum

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Al centro del lato sinistro dello schermo è presente un pulsante dedicato alle persone con esigenze speciali *[Figura 3a]*, che consente di adattare di conseguenza l'esperienza nel museo *[Figura 3b]*.



Figura 3a: Pulsante per esigenze speciali



Figura 3b: Funzionalità per esigenze speciali

Sul lato destro dello schermo [Figura 4] sono presenti diversi pulsanti, tra cui:

- **Settings,**
- **Sound,**
- **Altri spazi VR** in cui gli utenti possono navigare,
- Pulsante **Share** per condividere il VR Museum con altri utenti,
- Pulsante **Like** e, infine,
- **Pulsante per i controlli di navigazione**, che spiega come muoversi nel museo utilizzando i tasti della tastiera del computer.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

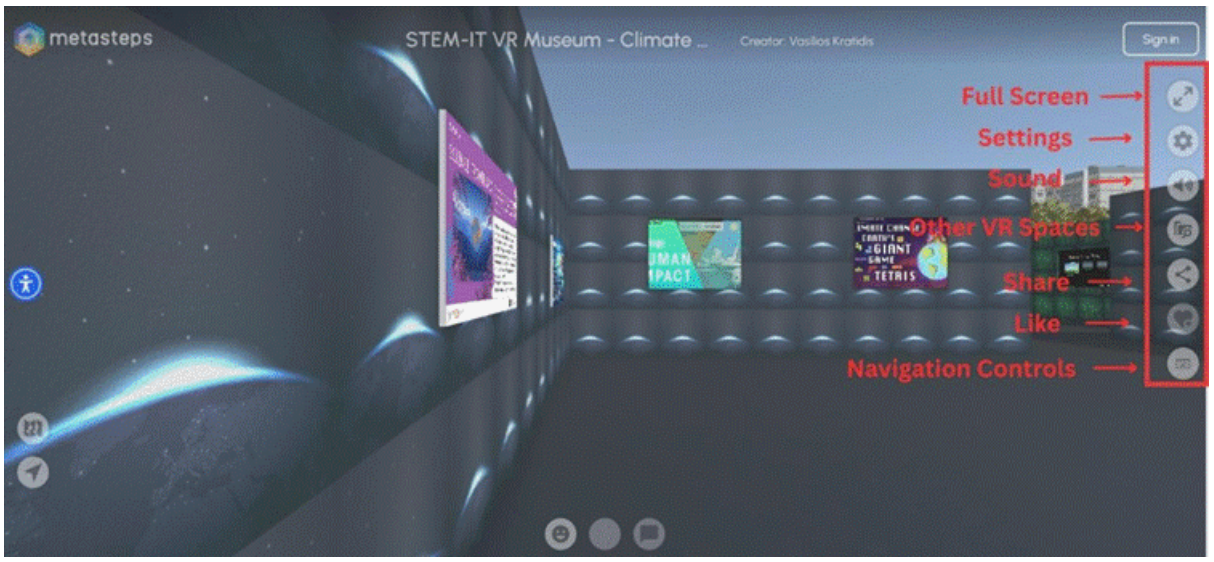


Figura 4: Altri pulsanti disponibili

All'interno del museo sono presenti molte risorse diverse, come immagini, video, elementi 3D ecc. *[Figura 5]*. Per visualizzarle, gli utenti fanno clic su ciascun oggetto sulla parete e vengono automaticamente portati davanti all'oggetto. Da lì possono scegliere di ingrandirlo, leggere le informazioni pertinenti e visualizzarlo a schermo intero *[Figura c]*.



Figura 5: Risorse disponibili

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

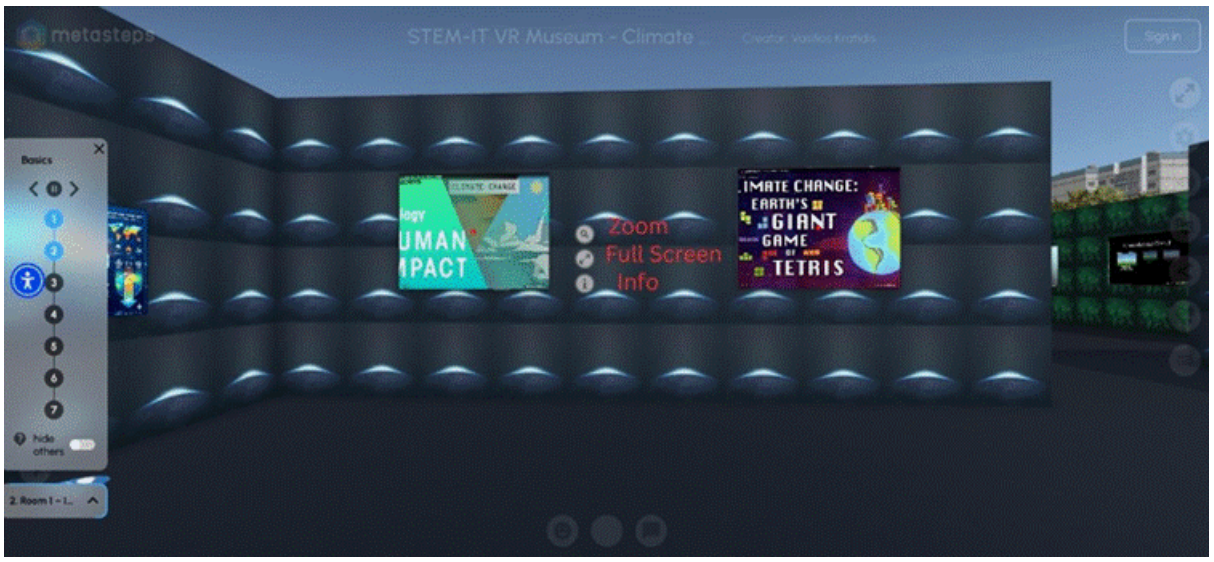


Figura c: Pulsanti per ciascuna risorsa

12.3 EnergyLab

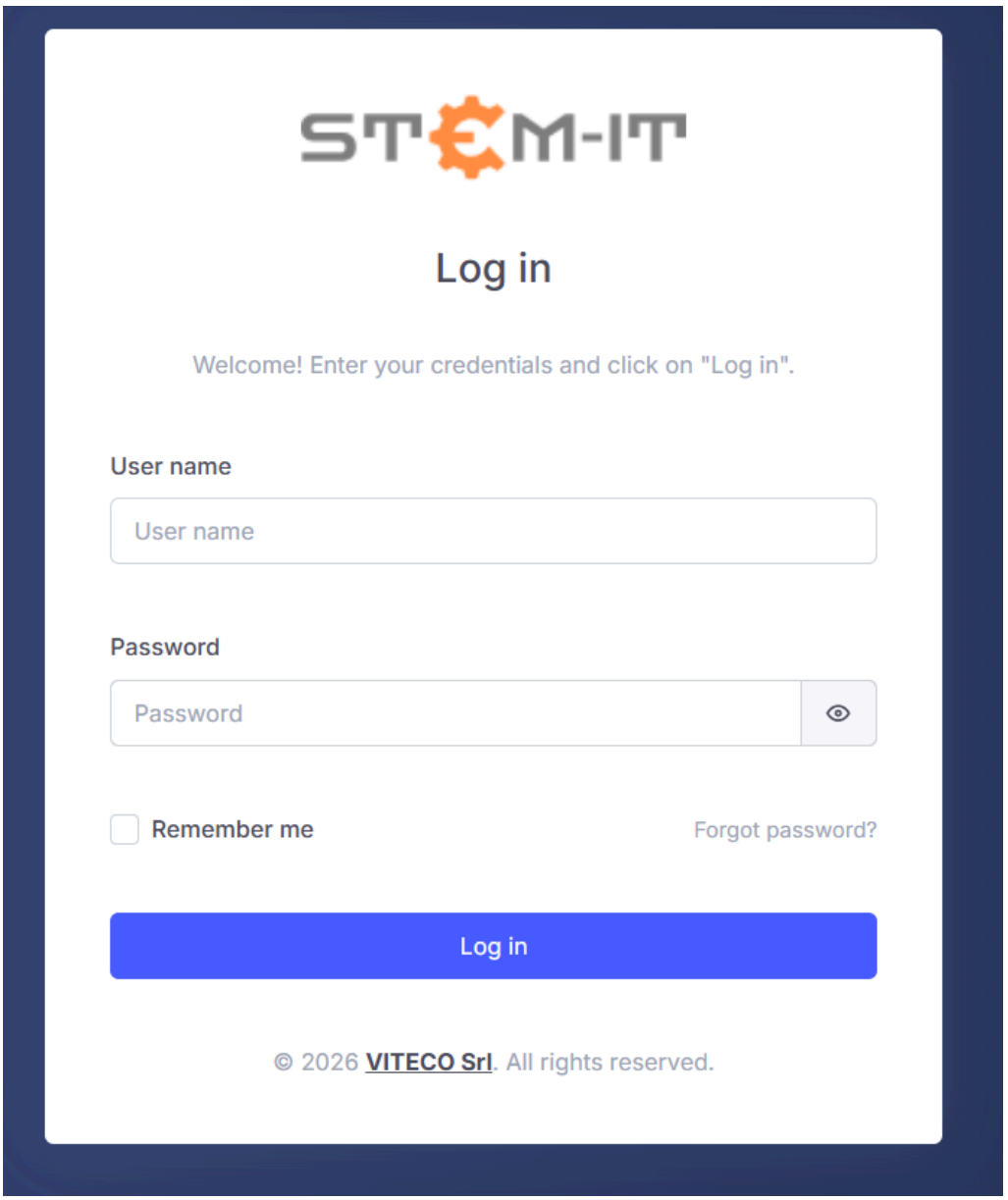
EnergyLab VR è un laboratorio scientifico virtuale interattivo sviluppato da VITECO, nel quale gli studenti esplorano il primo e il secondo principio della termodinamica attraverso sei esperimenti pratici. Questa guida accompagna gli insegnanti, passo dopo passo, nella creazione di un corso sulla piattaforma STEM-IT, nell'iscrizione degli studenti e nell'utilizzo di EnergyLab VR in classe.

Accesso Insegnanti

Gli insegnanti accedono alla piattaforma tramite il seguente link: **platform.stem-it.eu/gest**

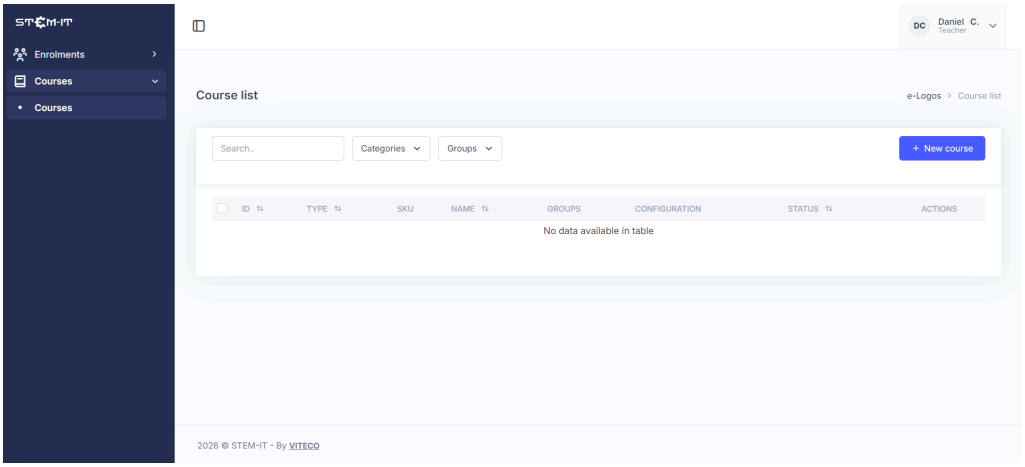
1. Accedere alla STEM-IT **platform**.
2. Inserire nome utente e password.
3. **Fare clic su Accedi.**

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



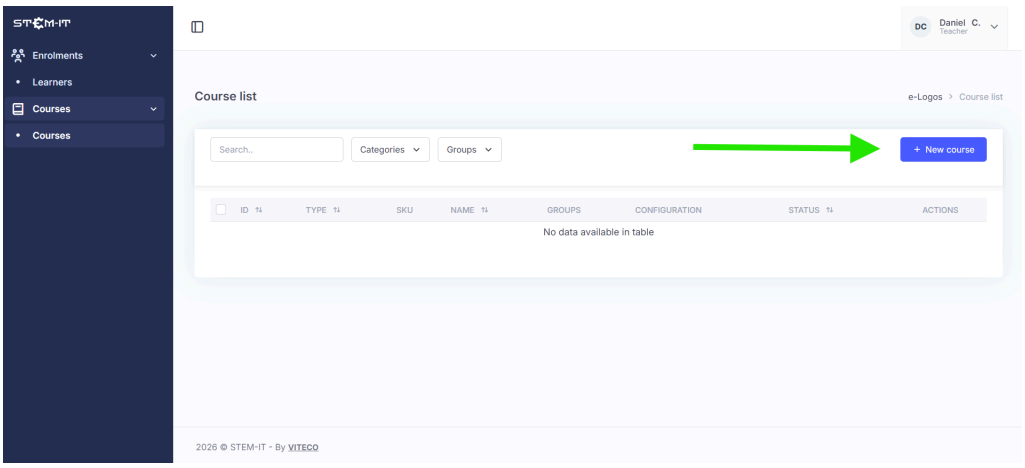
Dopo l'accesso viene visualizzata la pagina con l'elenco dei corsi. La barra laterale sinistra consente di accedere alle sezioni **Iscrizioni**, per gestire gli studenti, e **Corsi**. Il nome e il ruolo dell'utente sono visualizzati nell'angolo in alto a destra.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



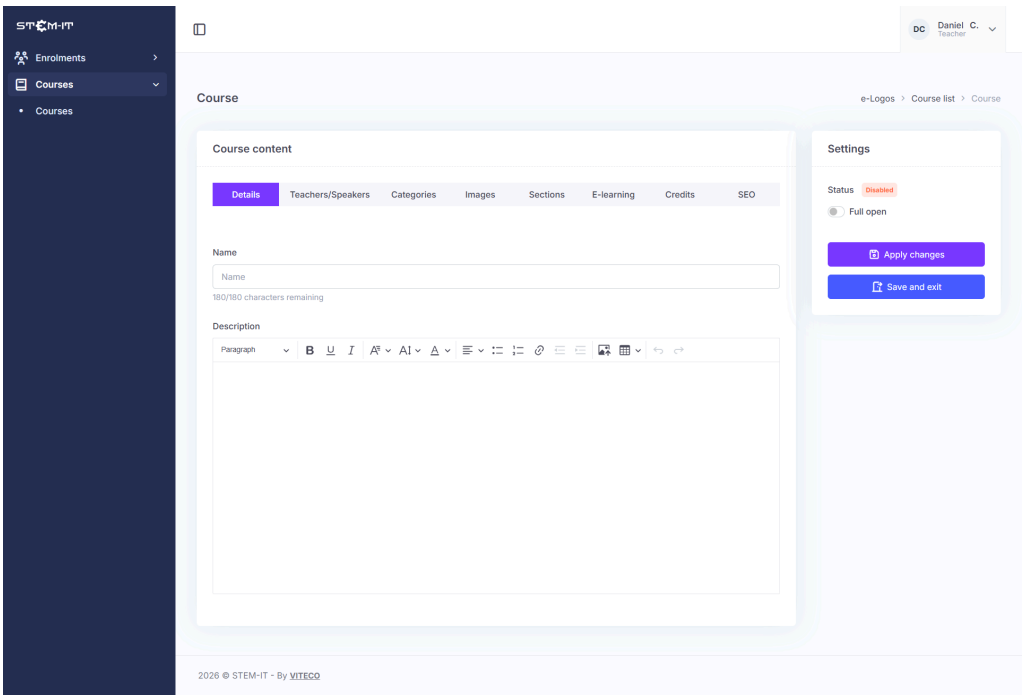
Creazione di un corso

1. Nella barra laterale sinistra, accedere a **Corsi > Corsi**.
2. Fare clic su **+ Nuovo corso**.



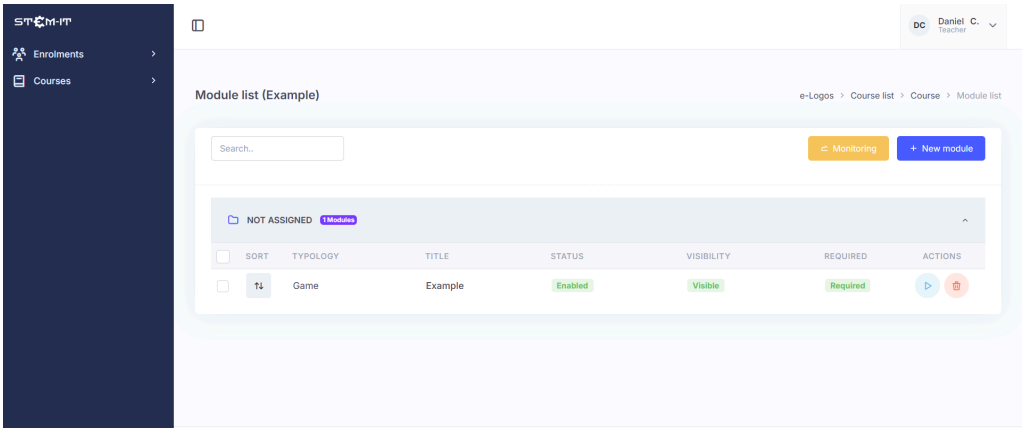
3. Nella scheda **Dettagli**, inserire il nome del corso.
4. Fare clic su **Salva ed esci**, oppure su **Applica modifiche** per continuare a modificare il corso.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



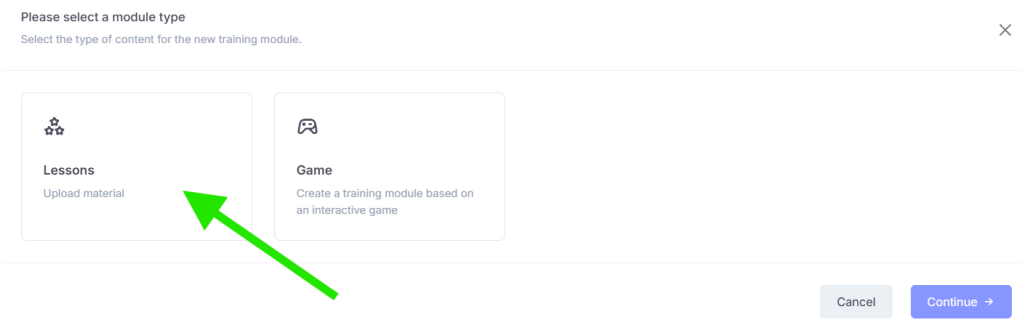
Creazione delle lezioni e caricamento dei materiali

Dopo aver salvato il corso, viene visualizzata la pagina con l'elenco dei moduli. I moduli esistenti sono raggruppati per cartella. Fare clic su **+ Nuovo modulo** per creare una nuova lezione oppure utilizzare la sezione **Monitoraggio** per controllare i progressi degli studenti nei moduli esistenti.

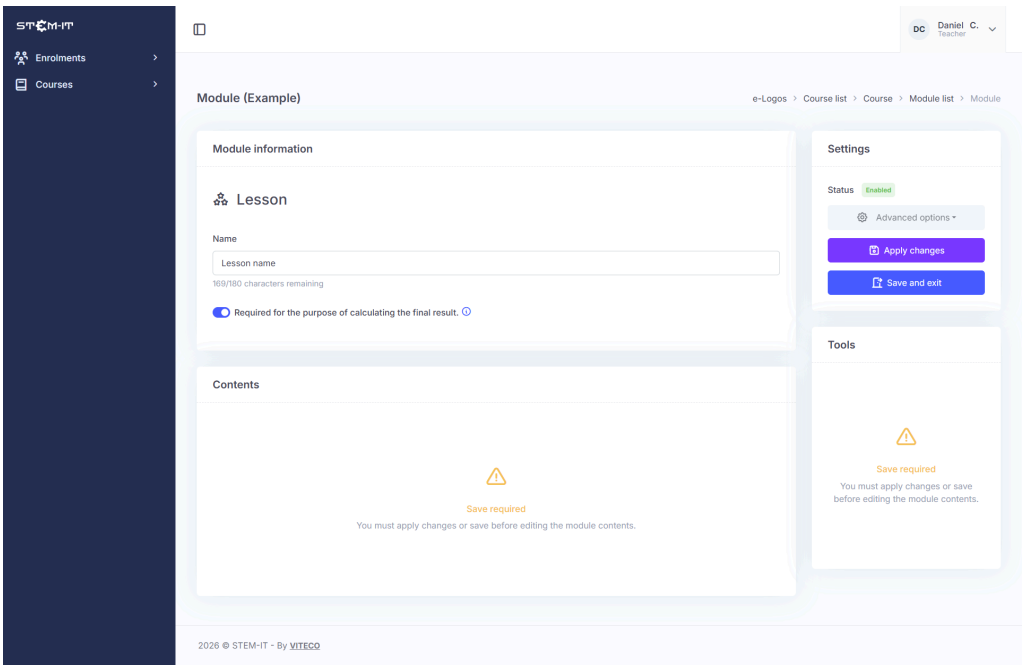


1. Fare clic su **+ Nuovo modulo**.
2. Nella finestra **Selezionare un tipo di modulo**, scegliere **Lezioni**.
3. Fare clic su **Continua**.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

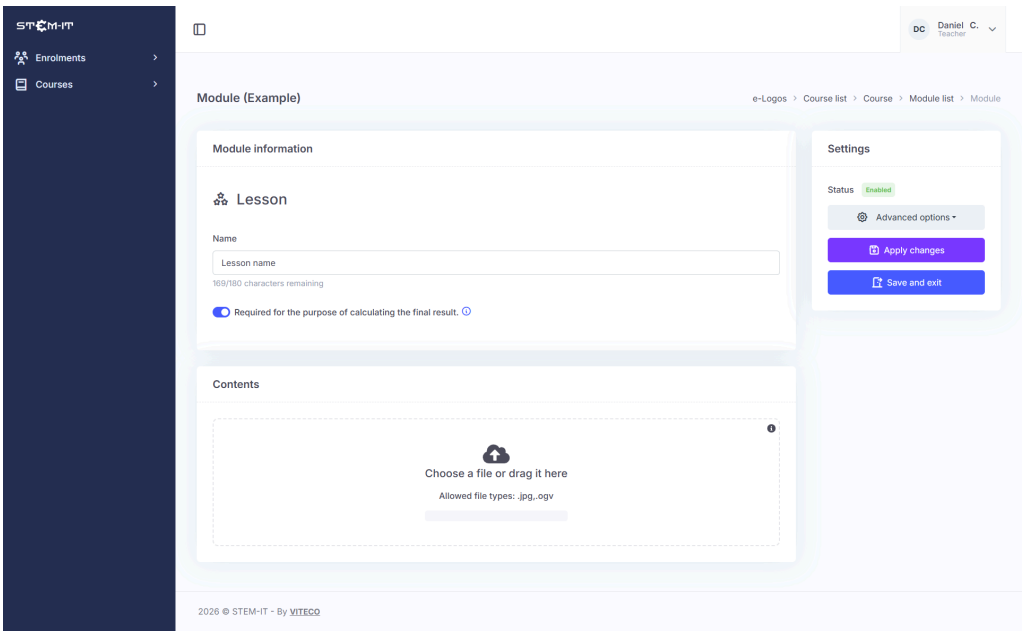


4. Nel pannello **Informazioni sul modulo**, inserire il nome della lezione.
5. Fare clic su **Applica modifiche**



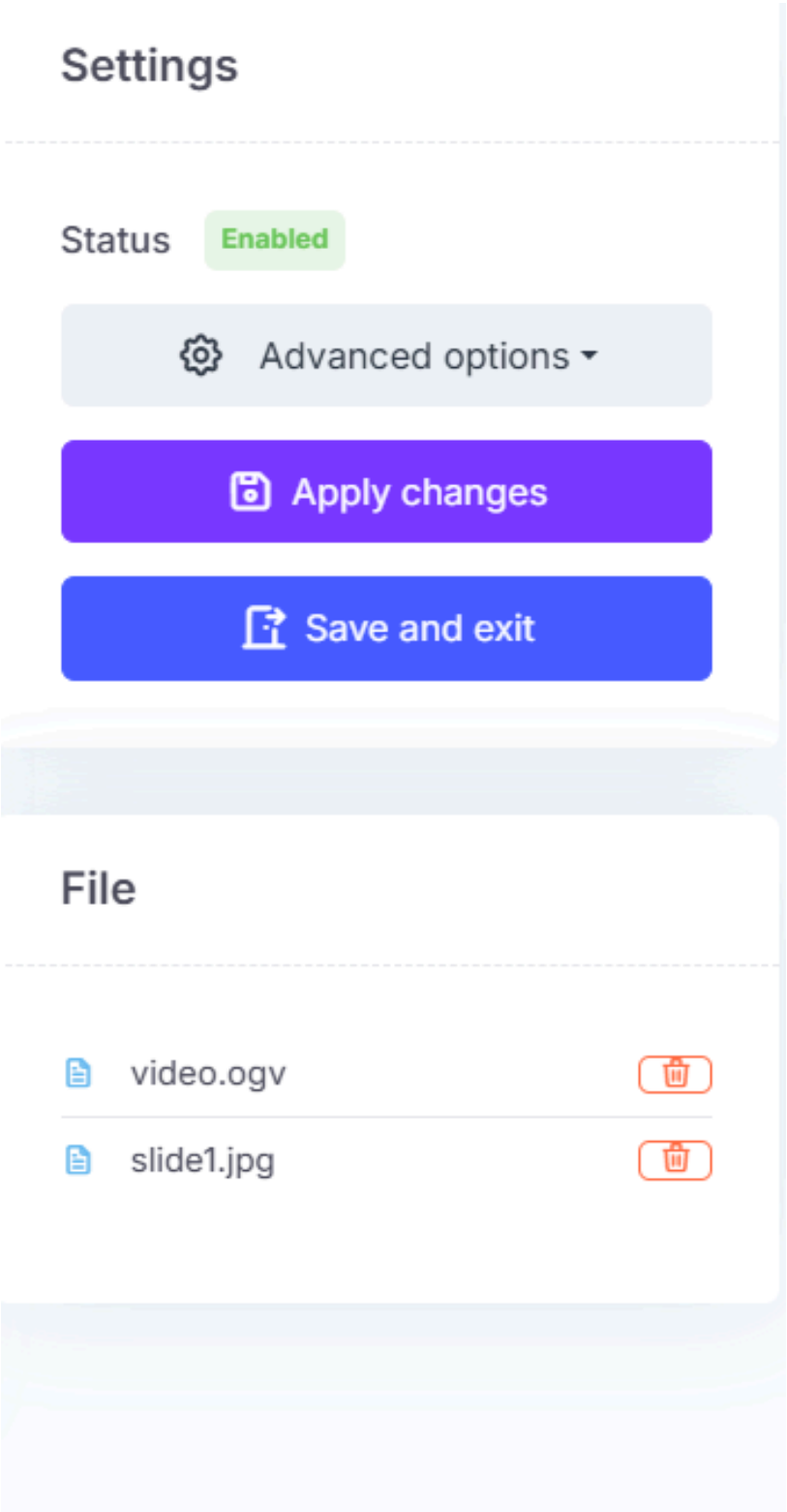
Dopo il salvataggio del modulo, la sezione **Contenuti** diventa disponibile. È quindi possibile caricare il materiale didattico trascinando i file nell'apposito riquadro oppure facendo clic per selezionarli dal computer. I formati consentiti sono `.jpg` per immagini e diapositive e `.ogv` per i video.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Dopo il caricamento, controllare l'elenco dei file sul lato destro per verificare che i materiali siano stati aggiunti correttamente. Ogni file può essere eliminato tramite l'icona del cestino.

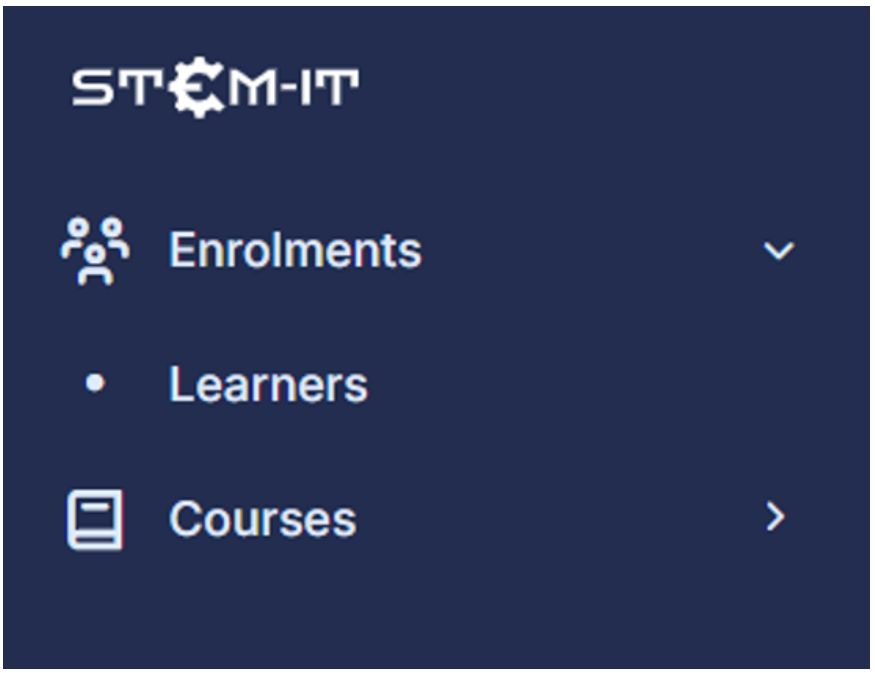
The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



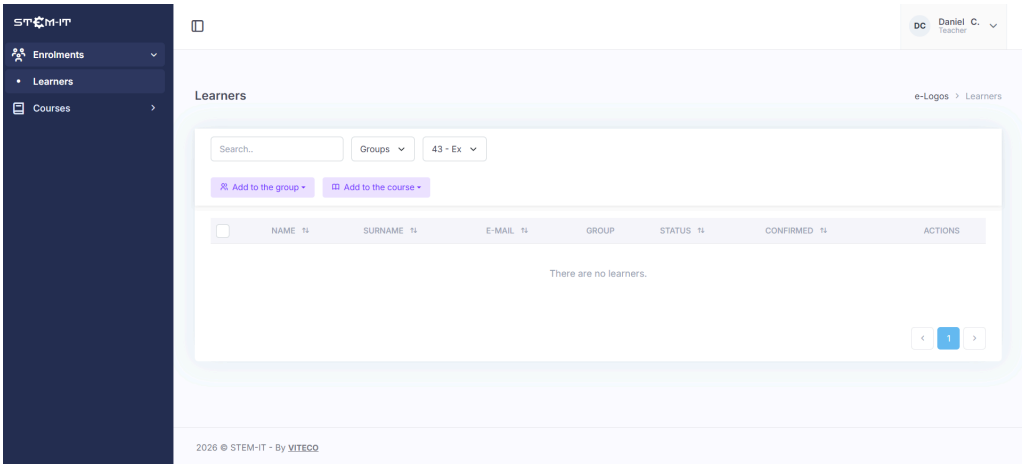
Iscrizione degli studenti

1. Nella barra laterale sinistra, espandere la sezione **Iscrizioni**, quindi fare clic su **Studenti.**

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Se l'elenco è vuoto, gli studenti devono prima creare un proprio account.

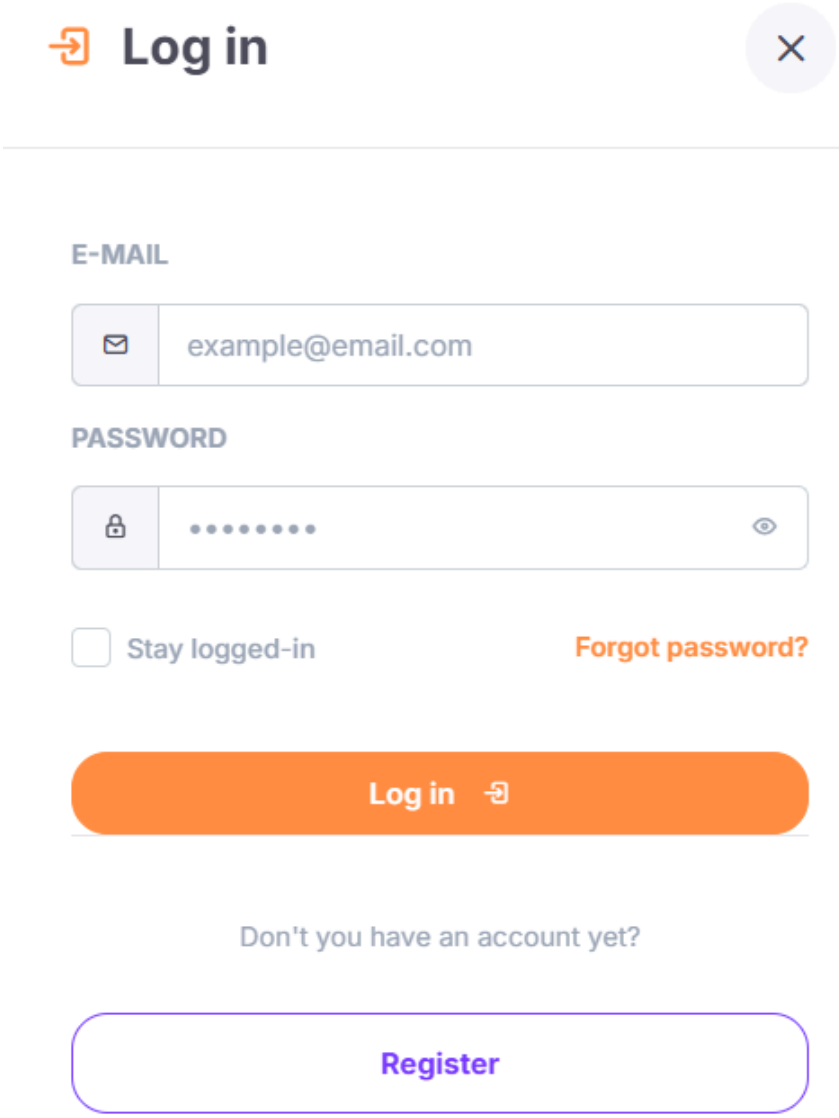


Registrazione degli studenti

Invitare gli studenti ad accedere a platform.stem-it.eu e a registrarsi:

1. Accedere a platform.stem-it.eu e fare clic su **Accedi**.
2. Nella finestra di accesso, fare clic su **Registrati**, destinato agli utenti che non dispongono ancora di un account.
3. Compilare il modulo inserendo nome, cognome, numero di telefono facoltativo, lingua, indirizzo e-mail e password.
4. Accettare l'informativa sulla privacy e fare clic su **Registrati**.

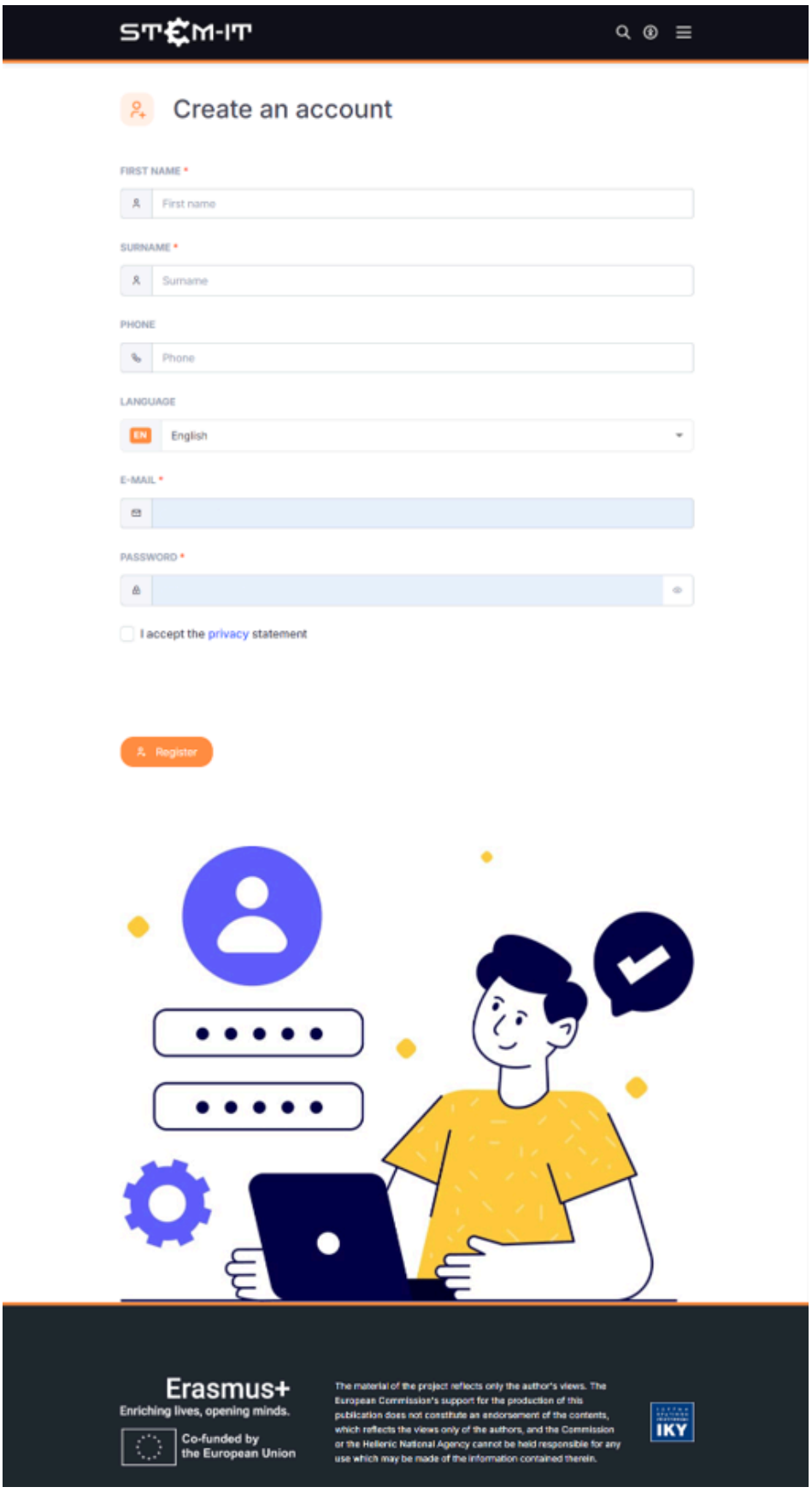
The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Erasmus+
Enriching lives, opening minds.
Co-funded by the European Union

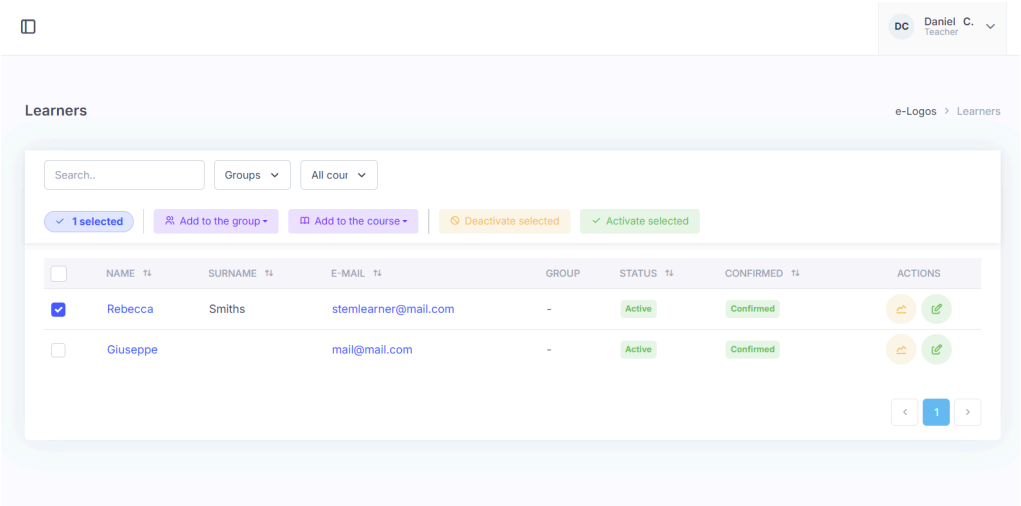
The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

IKY

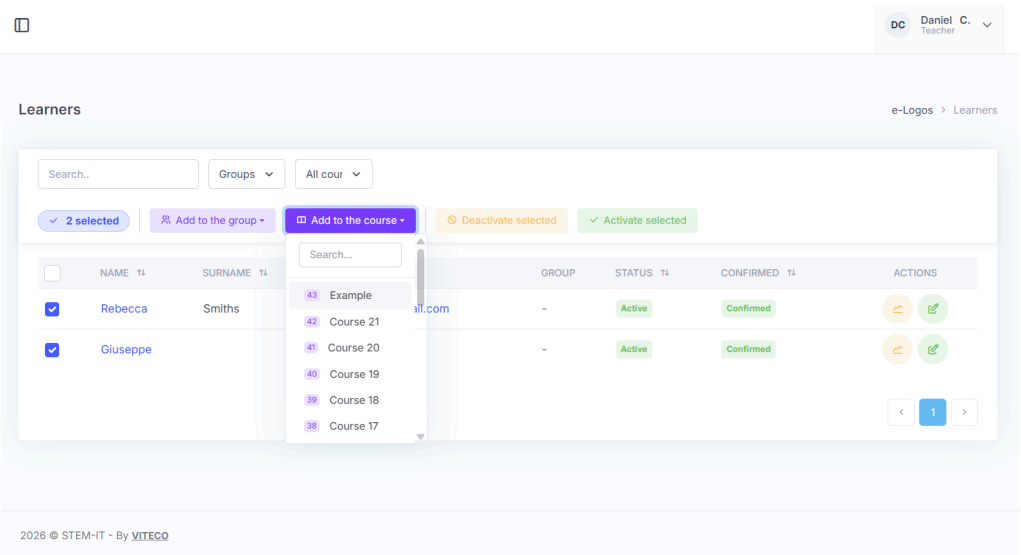

STEM-IT
Create an account
FIRST NAME *
First name
SURNAME *
Surname
PHONE
Phone
LANGUAGE
EN
English
E-MAIL *
PASSWORD *
I accept the privacy statement
Register
Erasmus+
Enriching lives, opening minds.
Co-funded by the European Union
The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.
IKY

Assegnazione degli studenti al corso

Dopo la registrazione, gli studenti vengono visualizzati nell'elenco Studenti.

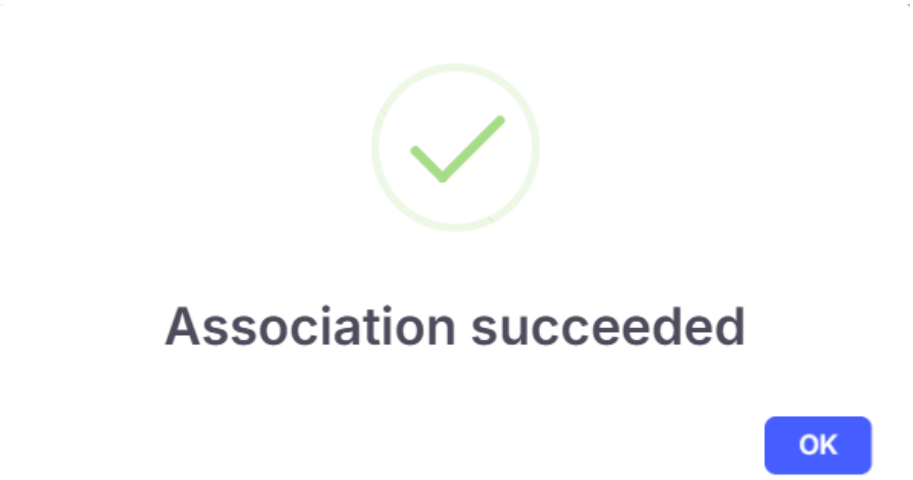


1. Selezionare uno o più studenti tramite le caselle di controllo.
2. Fare clic su **Aggiungi al corso**. Verrà visualizzato un menu a discesa con tutti i corsi disponibili; è possibile utilizzare il campo di ricerca per trovare rapidamente quello desiderato.
3. Fare clic sul corso al quale assegnare gli studenti selezionati.



4. Quando viene visualizzato il messaggio di conferma, fare clic su **OK**.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Utilizzo di EnergyLab VR: menu principale

1. Fare clic su **Avvia attività** accanto a EnergyLab. Il laboratorio si aprirà in una nuova scheda del browser.
2. Attendere il completamento della schermata di caricamento.

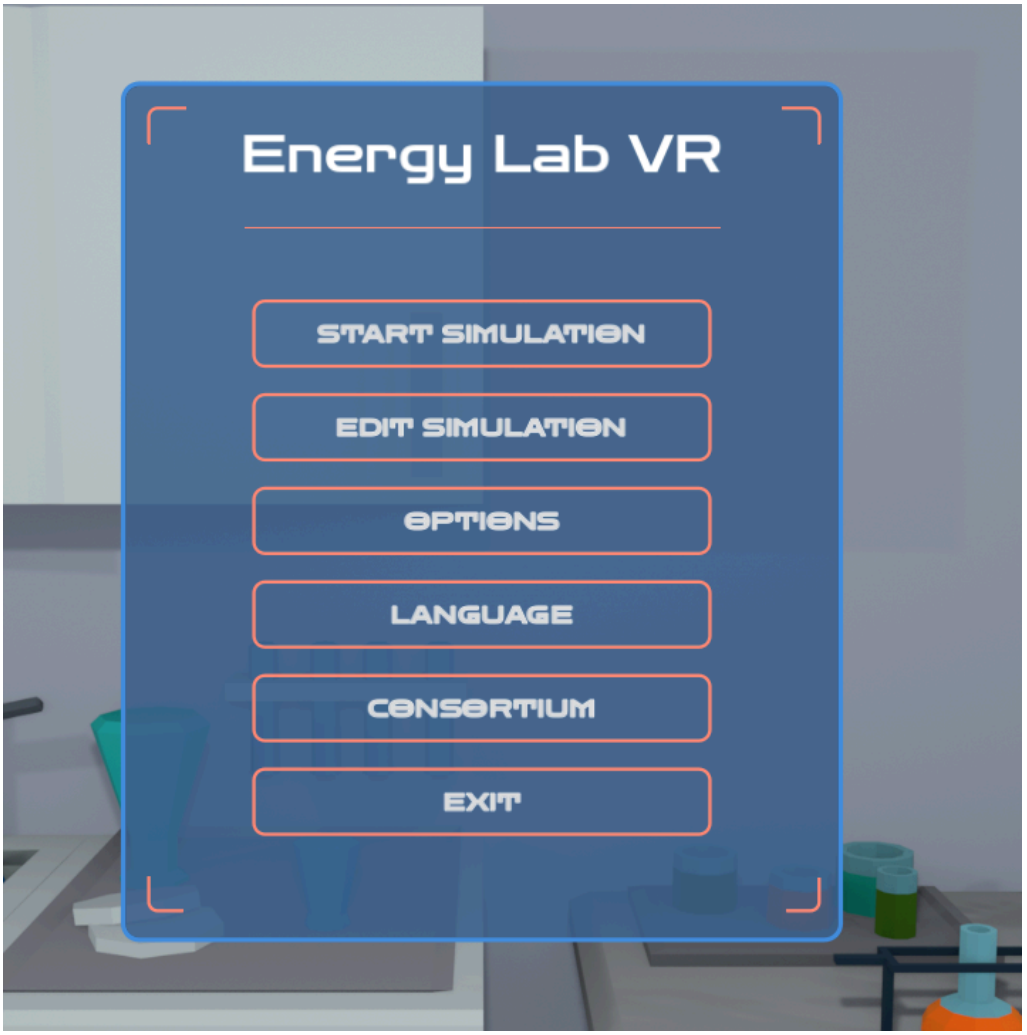


Nel menu principale sono disponibili le seguenti opzioni:

- **Avvia simulazione:** consente di entrare nel laboratorio come farebbe uno studente.
- **Modifica simulazione:** consente di configurare i sei esperimenti.
- **Opzioni:** consente di regolare il volume della musica e degli effetti sonori.
- **Lingua:** consente di selezionare la lingua desiderata.
- **Esci:** chiude l'applicazione.

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.
Co-funded by the European Union

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Per modificare il volume della musica e degli effetti sonori, fare clic su **Opzioni** e successivamente su **Indietro**.



The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Creating Configurazione degli esperimenti tramite l'editor

Prima che gli studenti inizino l'attività, gli insegnanti possono personalizzare i sei esperimenti attraverso l'editor. Nel menu principale, fare clic su **Modifica simulazione**.



The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1. Nella schermata **Modifica simulazione**, fare clic su **Nuovo livello**.
2. Inserire un nome per il livello, ad esempio “Livello 1”, e fare clic su **Conferma**



L’editor consente di configurare tutti e sei gli esperimenti, basati sul primo e sul secondo principio della termodinamica. Gli esperimenti 1-3 sono guidati e prevedono un obiettivo specifico da raggiungere, mentre gli esperimenti 4-6 sono aperti ed esplorativi.

Esperimento 1 - Trasferimento di calore e miscelazione dei liquidi

Inserire i parametri T_1 e T_2, relativi alla temperatura, e m_1 e m_2, relativi alla massa di ciascun liquido. È necessario compilare soltanto il valore incognito che gli studenti dovranno calcolare. Impostare la temperatura finale da raggiungere, T_3. Aggiungere un messaggio informativo di massimo 200 caratteri, ad esempio sulle ipotesi del modello, e una domanda per gli studenti, come: “Imposta m_1 e m_2 per ottenere una temperatura finale Tf = 30 °C”. Fare clic su **Conferma**.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Esperimento 2 – Trasformazione del lavoro in calore mediante attrito

Inserire i parametri F, forza espressa in newton, e s, spostamento espresso in metri. Impostare la variazione di temperatura da raggiungere, ΔT. Aggiungere un messaggio informativo di massimo 200 caratteri, ad esempio sulle ipotesi del modello e sulla formula di riferimento, in questo caso Q = W = F·s. Inserire quindi una domanda per gli studenti, come: “Calcola lo spostamento necessario per aumentare la temperatura di 30 °C”. Fare clic su **Conferma**.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Esperimento 3 – Motore elettrico e formule

Inserire i parametri V, tensione, e W, energia in ingresso espressa in joule. Impostare il tempo da raggiungere, t, espresso in secondi, necessario per sollevare il peso. Aggiungere un messaggio informativo di massimo 200 caratteri, ad esempio sulle ipotesi del modello e sulle formule $P = V^2/R$ ed $Ein = P \cdot t$. Inserire quindi una domanda per gli studenti, come: “Regola la tensione V per sollevare il peso esattamente in 5 secondi”. Fare clic su Conferma.



The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Esperimenti 4-6 – Attività esplorative

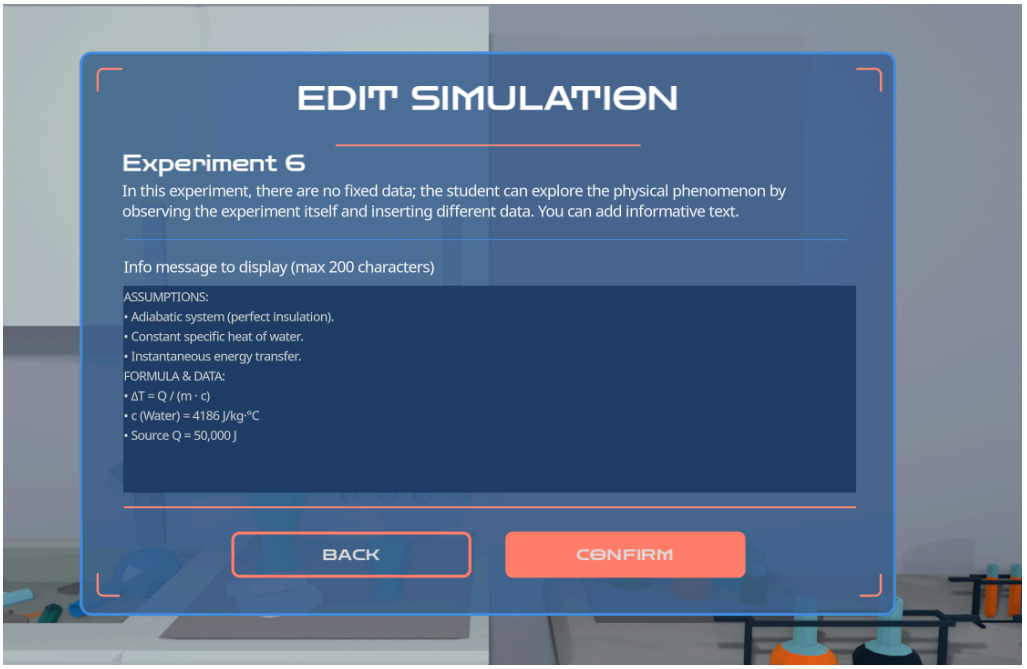
Gli ultimi tre esperimenti sono aperti: non prevedono dati fissi da configurare né un obiettivo specifico da raggiungere. Gli studenti esplorano liberamente il fenomeno inserendo i propri valori. Per questi esperimenti è possibile modificare esclusivamente il messaggio informativo, fino a un massimo di 200 caratteri, inserendo ad esempio le ipotesi del modello, le formule e le costanti di riferimento. Fare clic su **Conferma**.

- **Esperimento 4 — Piste con attrito:** mette in relazione l'energia di lancio con la distanza percorsa, utilizzando la formula s = E/Fa e valori di attrito differenti per ciascun tipo di pista.
- **Esperimento 5 — Pannello solare:** mette in relazione l'angolazione del pannello con la sua efficienza, utilizzando le formule P = G·Area·η·cos(θ) e I = P/V.
- **Esperimento 6 — Trasferimento di calore a un liquido:** mette in relazione l'energia fornita con la variazione di temperatura, utilizzando la formula ΔT = Q/(m·c).



The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



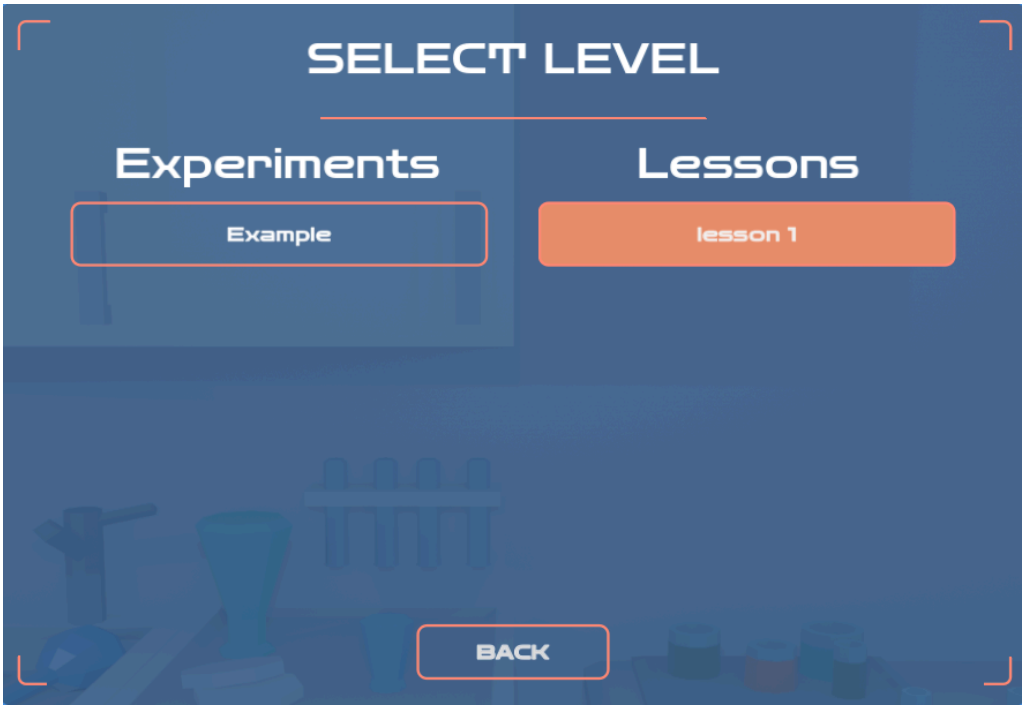


Accesso al laboratorio

1. Nel menu principale, fare clic su **Avvia simulazione**.

Viene visualizzata la schermata **Seleziona livello**, composta da due colonne: **Esperimenti**, sulla sinistra, con livelli dimostrativi già predisposti, e **Lezioni**, sulla destra, con i livelli creati dall'insegnante.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



2. **Fare clic su Lezioni e selezionare la lezione desiderata.**

Prima di accedere al laboratorio viene mostrato un breve tutorial composto da due schermate:

- La prima schermata illustra i comandi di base: tasti W, A, S e D per muoversi, mouse per guardare e fare clic, comandi touch o di selezione per interagire, tavolette per consultare la teoria e pulsanti per attivare o disattivare le interfacce olografiche. Viene inoltre mostrato un esempio di pannello dati olografico. Fare clic su **Avanti**.

- La seconda schermata spiega le due tipologie di esperimento: alcune attività consentono di provare liberamente diversi dati e osservarne gli effetti in tempo reale, mentre altre richiedono la risoluzione di un problema per raggiungere un risultato esatto. Fare clic su **Avvia simulazione** per entrare nel laboratorio.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

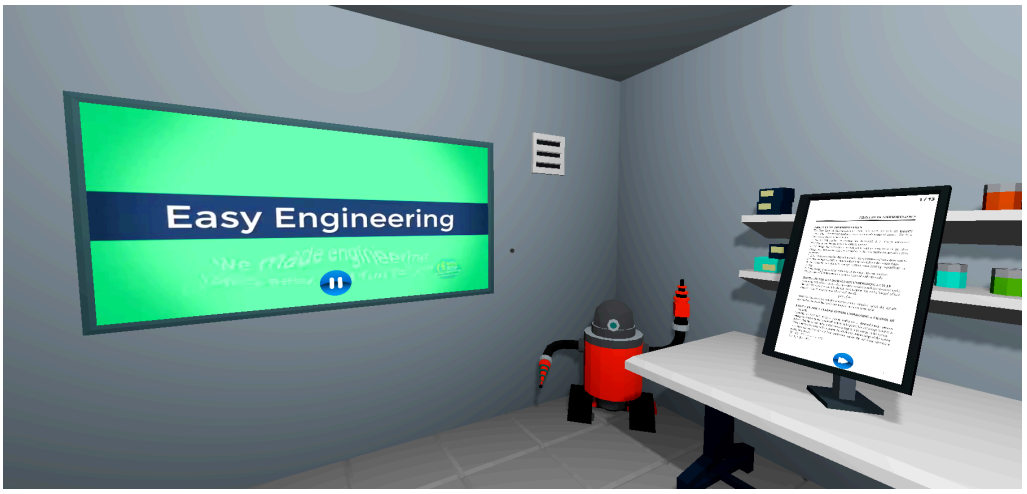




All'interno del laboratorio, gli studenti trovano un'area dedicata ai contenuti della lezione. La lavagna o lo schermo riproduce i video `.ogv` caricati durante la creazione del modulo, mentre il monitor o tablet sulla scrivania mostra le immagini e le diapositive `.jpg` caricate

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

nella stessa fase. (Vedi fase 3)



Svolgimento degli esperimenti: visualizzazione dello studente

- **Movimento:** utilizzare i tasti W, A, S e D.
- **Visuale:** muovere il mouse. Il piccolo punto al centro dello schermo rappresenta il mirino o puntatore e indica con precisione l'elemento verso cui si sta puntando.

Poiché si tratta di un gioco basato sul web, le impostazioni di sicurezza del browser richiedono un doppio clic per avviare qualsiasi contenuto multimediale, ad esempio per premere **Play** su un video. La stessa regola si applica durante la pausa: premere due volte **ESC** per aprire il menu di uscita, quindi fare clic su **Esci** per tornare al menu principale.

Gli esperimenti sono sequenziali: gli studenti devono completare correttamente un esperimento prima che venga sbloccato quello successivo.

Esperimento 1 – Becher e miscelazione

1. Avvicinarsi al tavolo con i becher.
2. Puntare il mirino verso la tavoletta per leggere le istruzioni dell'esperimento.
3. Chiudere la tavoletta e fare clic sul pulsante rosso per aprire il pannello olografico di inserimento dei dati.
4. Inserire i valori richiesti e fare clic su **Conferma**.
5. Fare clic su un becher e tenere premuto il pulsante sinistro del mouse, quindi trascinarlo sopra il recipiente più grande per versare il liquido. Ripetere l'operazione con il secondo becher.
6. Leggere la temperatura finale sul termometro.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Se i valori inseriti sono corretti, il pannello mostra l'opzione **Esperimento successivo**. Fare clic per sbloccare e avviare l'esperimento seguente. Se i valori non sono corretti, viene invece visualizzata l'opzione **Riprova**.



Esperimenti 2-6

Il secondo esperimento, dedicato all'attrito, viene visualizzato sullo stesso tavolo. Come per l'Esperimento 1, leggere la tavoletta, fare clic sul pulsante rosso, inserire i dati richiesti e fare clic su **Conferma**.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



La stessa procedura si applica agli Esperimenti 3-6: leggere le istruzioni, inserire o modificare i dati attraverso il pannello olografico, fare clic su **Conferma** e osservare il risultato prima di passare all'esperimento successivo.

12.4 SCP 3D Model Viewer

Nell'ambito del progetto STEM-IT, SCP ha realizzato un'applicazione interattiva che consente a docenti e studenti di esaminare modelli 3D ruotando attorno ad essi e ingrandendoli, oltre a utilizzare pin contenenti informazioni pertinenti sul punto o sull'oggetto selezionato. In questo modo gli studenti possono ottenere una prospettiva visiva, talvolta animata, degli argomenti che stanno studiando.

Per sviluppare questa applicazione è stato utilizzato il motore di gioco Godot. Si tratta di un motore open source con cui è possibile sviluppare giochi o simulazioni complete, ma è utile anche per creare strumenti più piccoli e mirati, lasciando agli sviluppatori piena libertà nella costruzione dell'applicazione. SCP 3D Model Viewer è uno di questi strumenti. Un ulteriore vantaggio è che, dopo il download iniziale dei file dell'applicazione, non è necessario l'accesso a Internet: ciò può essere utile per le scuole che non dispongono di una connessione stabile.

L'applicazione contiene due scenari preconfigurati, utilizzati come esempi e per mostrarne le funzionalità: "Heart" e "Earthquakes". Il primo guida l'utente attraverso diversi organi legati al cuore e al sangue, mentre il secondo mostra come i terremoti possano interessare diverse parti della Terra. In questa guida vedremo innanzitutto come utilizzare l'applicazione e gli scenari di esempio, quindi come un docente può creare un proprio scenario.

Scaricare l'applicazione

Per visualizzare gli scenari di esempio o crearne di nuovi è necessario innanzitutto scaricare l'applicazione. Utilizzare il link seguente per scaricare il pacchetto:

https://stem-it.eu/scp-stem-it-3d-model-viewer

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

I file contenuti in questo pacchetto verranno utilizzati nel corso della guida, quindi è consigliabile salvarlo in una posizione ordinata del computer, ad esempio nella cartella “Documents”. Il file è in formato .zip e deve quindi essere estratto prima dell’uso. In genere è sufficiente fare clic con il tasto destro sul file .zip e scegliere l’opzione per estrarre/decomprimere il contenuto, anche se la procedura può variare a seconda del sistema operativo. Dopo l’estrazione, il file .zip originale può essere eliminato in sicurezza, poiché i file estratti saranno disponibili in una nuova cartella.

Il pacchetto include:

- Le applicazioni per Windows, smartphone Android e visori VR nella cartella “APPLICATIONS”, ciascuna nella propria sottocartella.
- Il codice sorgente del progetto insieme al motore di gioco Godot nella cartella “PROJECT SOURCE”. Questi file vengono utilizzati per creare nuovi scenari.
- Documenti di esempio utili come riferimento per ideare nuovi scenari didattici nella cartella “PLAN SAMPLES”. Sono inclusi i piani utilizzati per creare gli scenari di esempio predefiniti.
- Un file di testo contenente i crediti delle risorse utilizzate negli scenari di esempio o nell’applicazione.

Installare/avviare l'applicazione

Windows

Non è necessaria alcuna installazione, perché i file eseguibili sono già inclusi. Accedere semplicemente alla cartella APPLICATIONS -> WINDOWS e fare doppio clic sul file dell’applicazione per avviarlo. Potrebbe comparire un avviso relativo all’attendibilità dell’applicazione; per proseguire è consigliabile scegliere un’opzione come “Allow” o “I trust this source”. Anche l’antivirus potrebbe segnalarla come potenzialmente dannosa: in tal caso è necessario autorizzarla nell’antivirus, con una procedura che può variare a seconda del software utilizzato.

Smartphone Android

NOTA: si consiglia di utilizzare la versione Windows anziché quella per smartphone Android.
L’applicazione non è disponibile in uno store ufficiale come Google Play Store. Per installare applicazioni provenienti da fonti diverse dal Google Play Store ufficiale, lo smartphone deve essere impostato in “Developer Mode”. Nella maggior parte dei casi occorre andare su Settings -> About Phone e toccare Build Number 7 volte; comparirà quindi un messaggio che conferma l’attivazione della modalità sviluppatore. Con Developer Mode attivo, il file APPLICATIONS -> ANDROID -> SCPSTEMIT.apk deve essere trasferito nella memoria del telefono collegandolo al computer tramite USB. Sul telefono, individuare il file con un’app di gestione file, ad esempio Files, selezionarlo e autorizzare l’installazione. Dopo l’installazione è possibile disattivare la modalità sviluppatore andando su Settings -> Developer Mode e impostando Developer Mode su OFF, ma questo passaggio è facoltativo.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Dopo l'installazione, l'applicazione può essere avviata toccando l'icona SCPSTEMIT nella raccolta delle app.

Visore VR (standalone)

L'installazione di applicazioni non ufficiali sui visori VR, in particolare Meta Quest, può essere un po' complessa e deve essere eseguita tramite un'app di terze parti chiamata SideQuest.

SideQuest: https://sidequestvr.com/setup-howto

Nel link precedente sono disponibili video chiari che guidano l'utente nella configurazione. È importante seguire il tutorial sulla destra, relativo all'installazione di SideQuest sul PC desktop; SideQuest dovrà poi essere utilizzato per installare il file SCPSTEMITVR.apk presente in APPLICATIONS -> VR.

Visore VR (collegato al computer)

In alternativa, la modalità VR può essere attivata all'interno dell'applicazione Windows facendo clic sul pulsante VR in basso a destra mentre l'applicazione è in esecuzione. Questa modalità richiede una scheda grafica relativamente potente e l'installazione dei driver necessari.

- Accedere alla pagina di configurazione di Meta Quest: https://www.meta.com/quest/setup/
- Scaricare e installare l'app Meta Quest Link per Windows/Mac.
- Aprire l'app, effettuare l'accesso e fare clic su "Add Headset".
- Collegare il Quest al PC utilizzando un cavo USB 3.0 di buona qualità.
- Indossare il visore e attivare Quest Link nel menu Quick Settings.

Utilizzare l'applicazione

Selezionare uno scenario

Dopo aver seguito le istruzioni precedenti per il dispositivo scelto, dovrebbe comparire una schermata simile alla seguente:

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Figura 1: Menu di selezione dello scenario

Questo è il menu di selezione dello scenario. Come suggerisce il nome, da qui è possibile scegliere uno scenario.
I comandi per selezionare uno scenario su ciascun dispositivo sono riportati di seguito.

Desktop	Android	VR
Fai clic sul titolo dello scenario.	**Fai Tap** sul titolo dello scenario	Punta al titolo dello scenario con uno dei due controller e premi il pulsante **"Trigger" (indietro).**

Ai fini di questa guida introduttiva, selezionare lo scenario "EARTH - ENGLISH".
La schermata dovrebbe apparire come segue:



Figura 2. Scena iniziale dello scenario Earth

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Comandi di base

Control	Desktop	Smartphone	VR
Ruotare la telecamera	Tieni premuto il tasto destro e muovi il mouse.	Tocca e trascina	Tieni premuto il pulsante **“Grip”** (sul lato) del controller destro e ruota il controller
Ingrandire/Rimpicciolire	Rotella del mouse su/giù	Gesto di pizzicamento in apertura/chiusura	Muovi la levetta del controller sinistro verso l’alto/il basso
Spostare la telecamera	Tieni premuta la rotella centrale e muovi il mouse	N/D	Tieni premuto il pulsante **“Grip”** (sul lato) del controller sinistro e ruota il controller.
Selezionare/Deselezionare un punto	Fai clic sul punto	Tocca il punto	Punta al punto con uno dei due controller e premi il pulsante “Trigger” (sul retro).
Tornare alla selezione dello scenario	Fai clic sul pulsante con le tre linee in basso a sinistra	Tocca il pulsante con le tre linee in basso a sinistra	Premi il pulsante “Y” sul controller sinistro
Tornare alla scena precedente	Fai clic sul pulsante con la freccia in basso a sinistra (quando disponibile).	Tocca il pulsante con la freccia in basso a sinistra (quando disponibile).	Premi il pulsante “X” sul controller sinistro (quando disponibile).

NOTA FACOLTATIVA: come indicato in precedenza, è possibile accedere alla modalità VR dall’applicazione desktop facendo clic sul pulsante “VR” in basso a destra, se al computer sono collegati un visore supportato e il relativo programma di collegamento.

Nella Figura 2 è visibile un modello della Terra con diversi pin numerati o contrassegnati dalla lettera “i”. Utilizzare i comandi indicati nella guida per ruotare, ingrandire o spostare il modello e guardarsi intorno. Facendo clic sui pin è possibile visualizzare informazioni oppure passare alla scena di un altro modello. Iniziare facendo clic sul pin “i” per visualizzare una finestra informativa.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

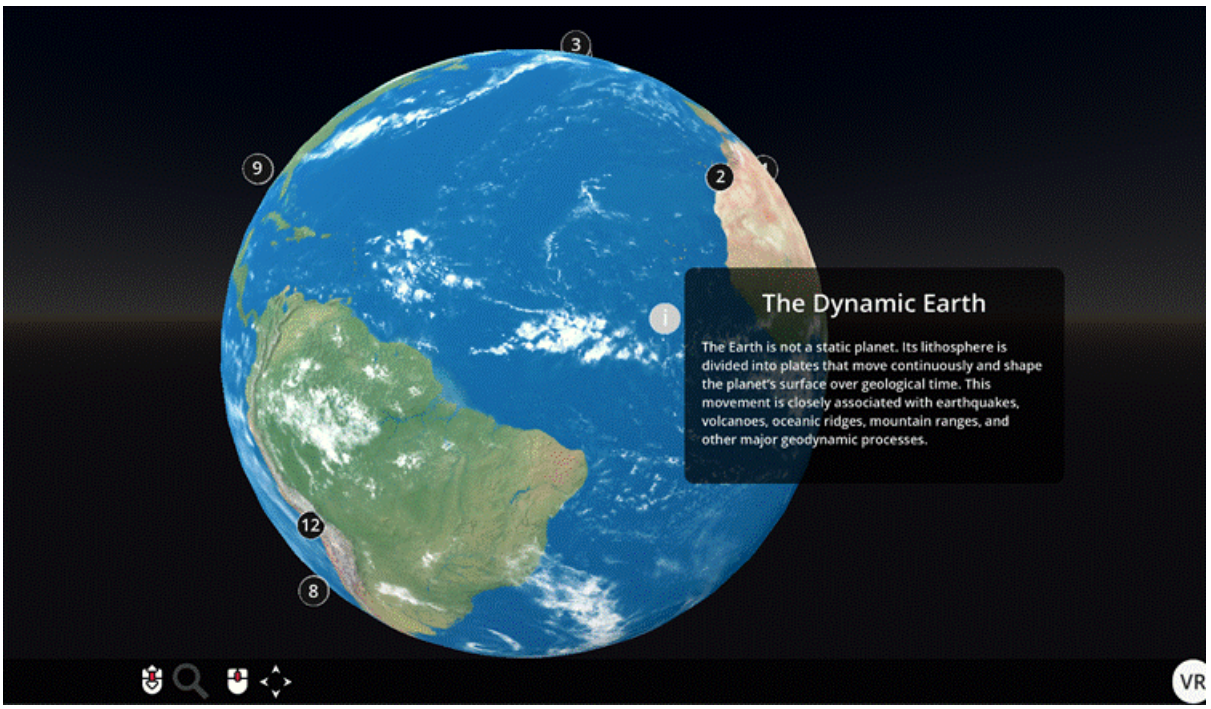


Figura 3. Pin informativo

Per chiudere la finestra informativa è sufficiente fare nuovamente clic sul pin selezionato. Successivamente è possibile fare clic su uno qualsiasi dei pin numerati. In questo piano didattico, ciascun pin conduce a una diversa area del pianeta e mostra differenti effetti di terremoti e vulcani. Facciamo clic sul Pin 10, situato in Giappone.

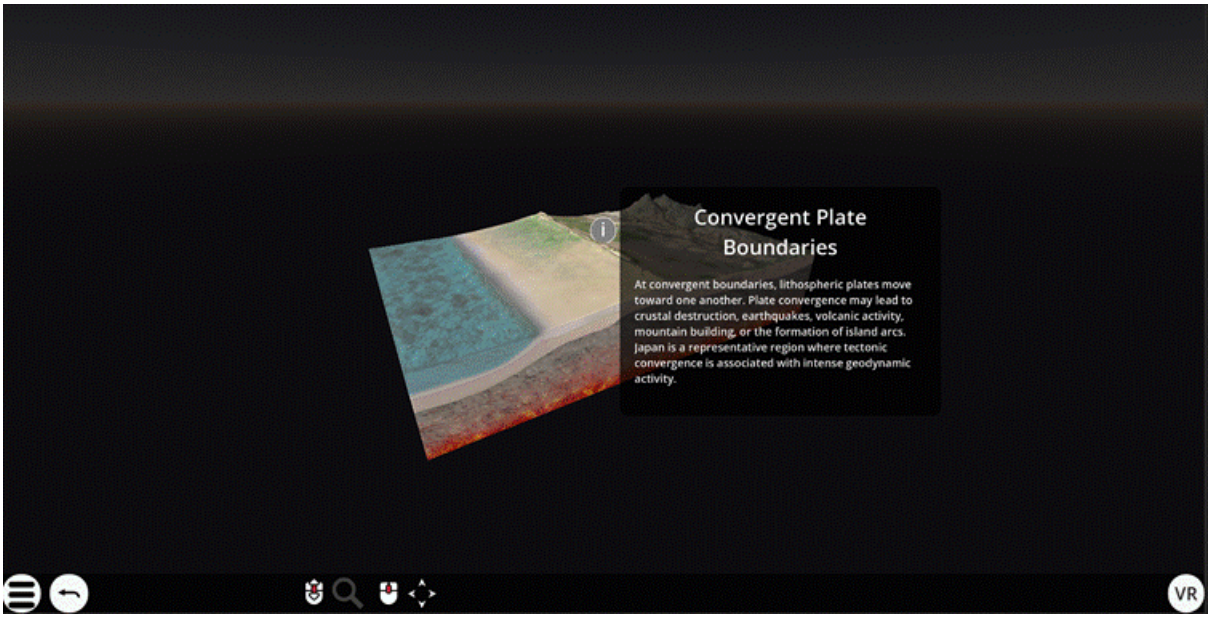


Figura 4. Pin 10

Viene mostrato un modello di come potrebbe apparire un terremoto in Giappone sotto la superficie, insieme a un pin informativo. Il pin può essere selezionato per visualizzare le

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

informazioni. Per tornare alla scena della Terra, utilizzare il comando Return to the Previous Scene (fare riferimento ai Comandi di base riportati sopra).

La stessa procedura può essere ripetuta per tutti i pin. Dopo aver terminato l'esplorazione dei modelli, tornare alla schermata Scenario Select (fare riferimento ai Comandi di base riportati sopra).

La stessa procedura può essere ripetuta per lo scenario "HEART - ENGLISH", poiché i comandi sono gli stessi e rimarranno invariati anche per gli scenari creati in seguito. Nello scenario Heart è possibile seguire un percorso dall'esterno verso l'interno, fino al livello microscopico del cuore.

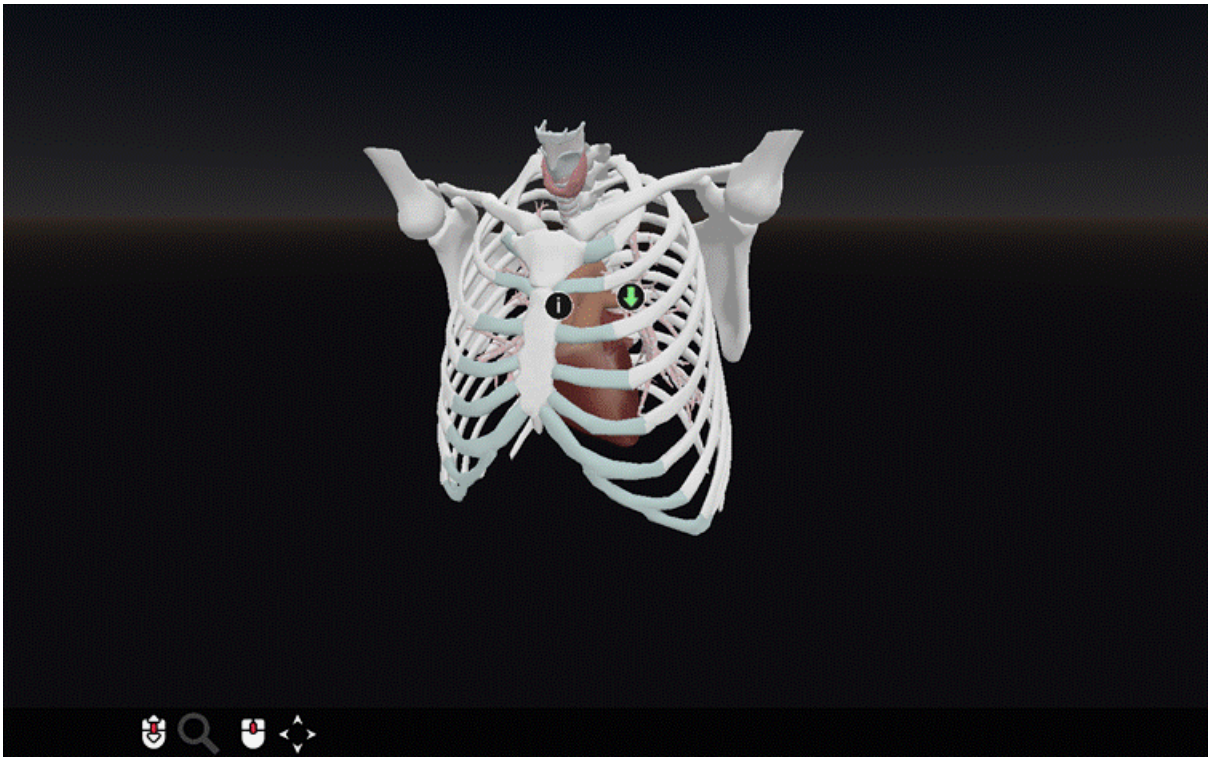


Figura 4b. Inizio dello scenario Heart

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

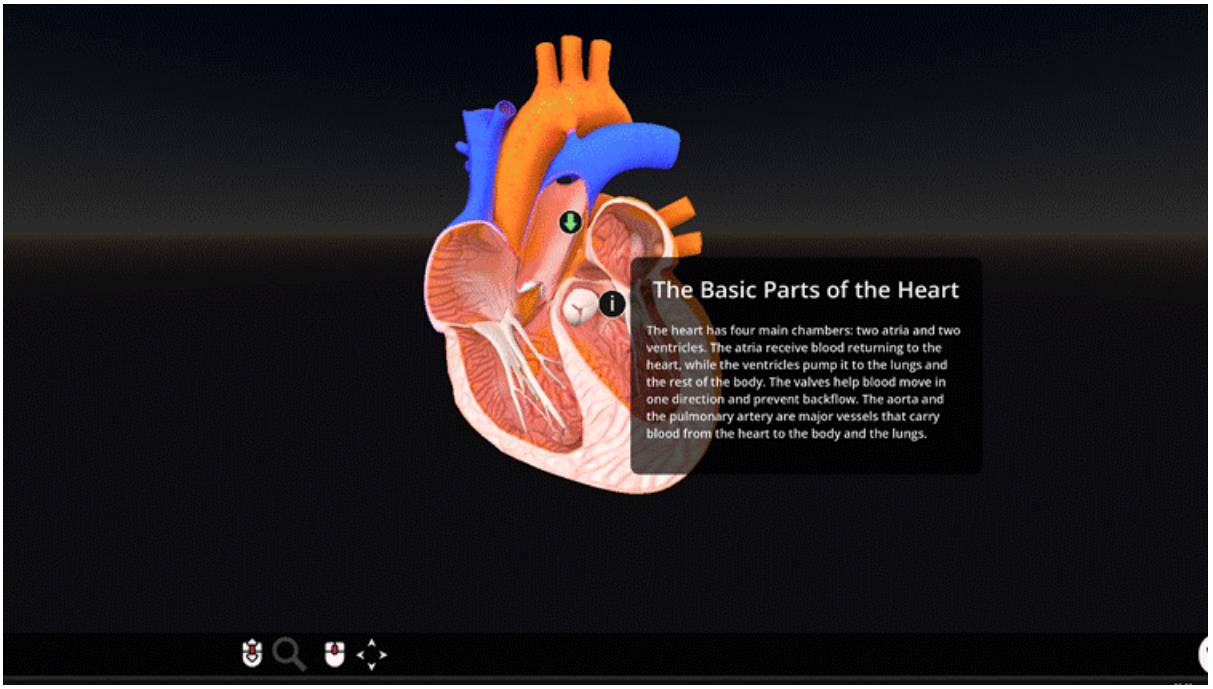


Figura 4c. Parti principali del cuore

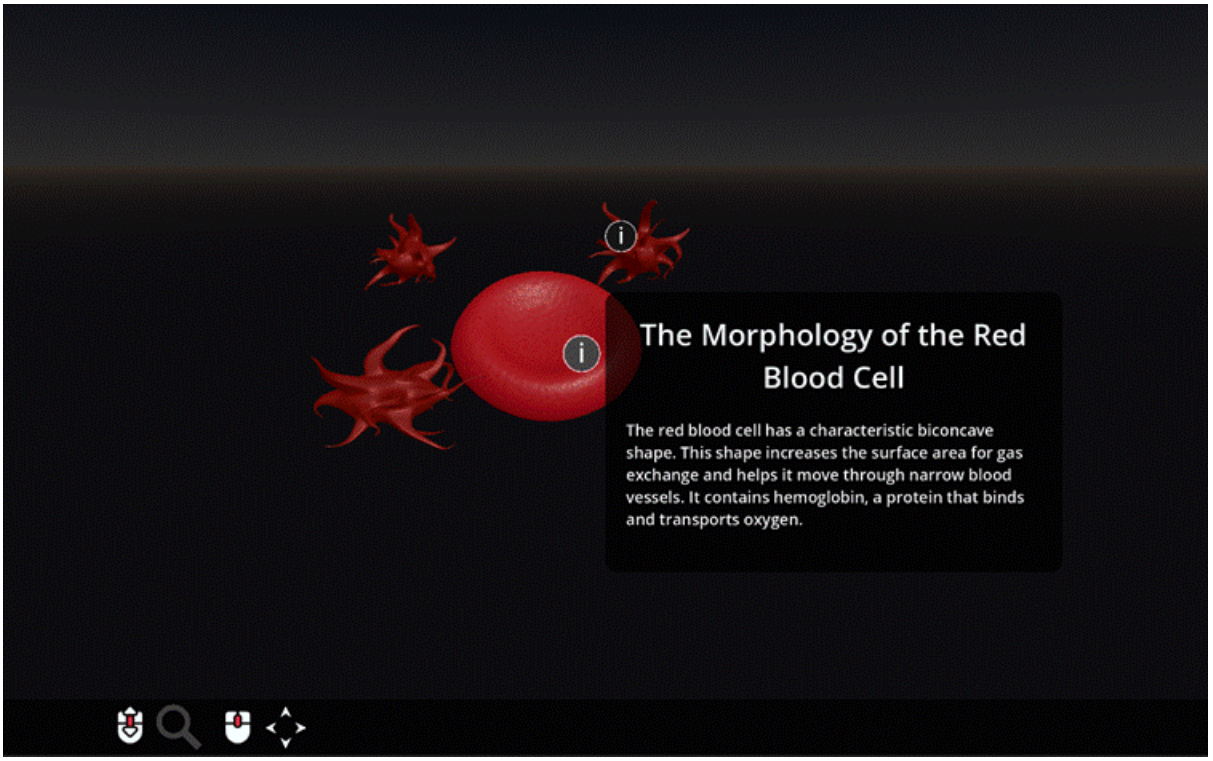


Figura 5c. Globulo rosso e piastrine

Qui termina la guida all'utilizzo dell'applicazione.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Creare nuovi scenari per SCP 3D Model Viewer

Gli scenari visualizzati nel tutorial sono esempi di ciò che è possibile realizzare. Sono stati creati utilizzando lo stesso metodo descritto in questa guida.

Riepilogo della procedura:

- Scegliere un argomento e scrivere un piano didattico in un documento.
- Cercare e scaricare modelli pertinenti da sketchfab.com.
- Importare i modelli nel progetto in Godot.
- Configurare le scene con i modelli e aggiungere i pin.
- Esportare l'applicazione con i nuovi contenuti.

Piano didattico

Il primo passaggio consiste nel predisporre un piano per lo scenario. Sapere in anticipo cosa verrà realizzato semplifica notevolmente il processo. In un documento, annotare i dettagli dell'argomento per cui si vuole creare uno scenario, individuare modelli pertinenti su sketchfab.com (come spiegato nel passaggio successivo), definire le informazioni da inserire nei pin o indicare se essi debbano condurre a un altro modello. Questo documento fungerà da guida durante la creazione dello scenario.

Il documento può essere redatto nel formato preferito, ad esempio Google Docs, Microsoft Word o un semplice file di testo. Verrà utilizzato soltanto come riferimento durante la creazione dello scenario e non farà parte dell'applicazione vera e propria.

Nella cartella "PLAN SAMPLES" dei file scaricati sono disponibili, come riferimento, i documenti dei piani didattici utilizzati per gli scenari di esempio.

Scaricare modelli da Sketchfab

La creazione di modelli 3D è un'attività complessa, generalmente svolta da artisti 3D professionisti. Non è quindi realistico aspettarsi di creare autonomamente tutti i modelli necessari per questi piani didattici. Molti artisti 3D condividono i propri lavori su siti come sketchfab.com per mostrarli nel proprio portfolio; alcuni consentono anche di scaricare i modelli e di utilizzarli gratuitamente, spesso per scopi educativi.

Per prima cosa, accedere a https://sketchfab.com e creare un account, necessario per scaricare i modelli. Cercare quindi parole chiave relative agli oggetti desiderati, ad esempio "volcano". Per visualizzare soltanto i modelli scaricabili, attivare il filtro "Downloadable".

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

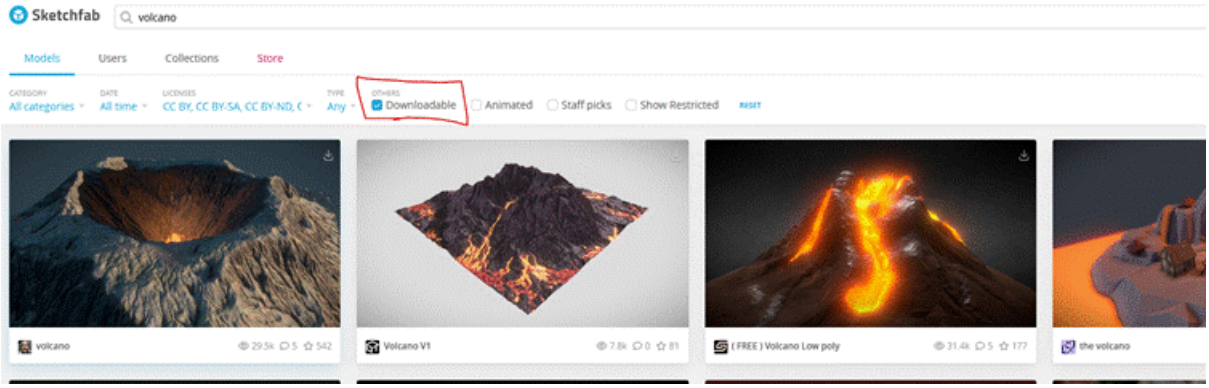


Figura 5. Attivazione di "Downloadable" nella ricerca di Sketchfab

È inoltre necessario impostare un filtro per "License Type". Facendo clic sul filtro vengono visualizzate le diverse opzioni; passando il puntatore su ciascuna di esse viene riepilogato in quali situazioni è consentito utilizzare il modello 3D. In generale, purché l'applicazione esportata con i nuovi contenuti non venga venduta o ridistribuita, cioè resa pubblicamente scaricabile, possono essere abilitate tutte le tipologie di licenza, ad eccezione delle ultime due indicate in rosso.

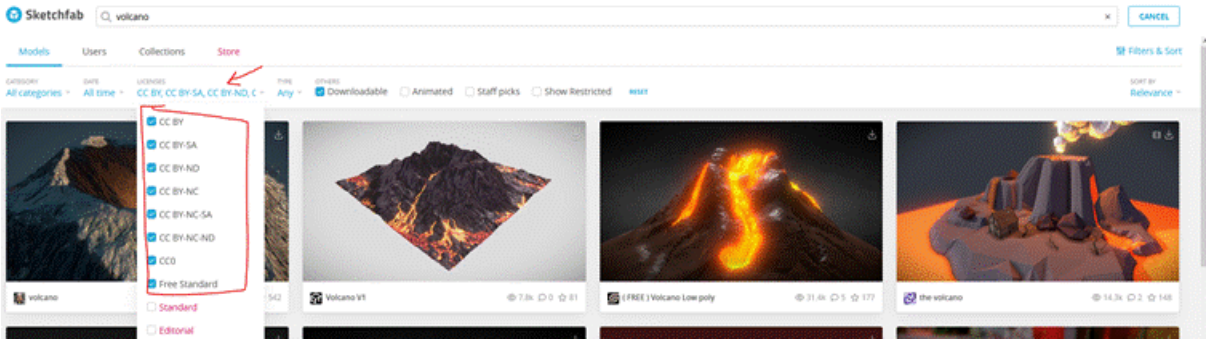


Figura 6. Filtro dei tipi di licenza nella ricerca di Sketchfab

Facendo clic su un modello 3D si apre il visualizzatore di Sketchfab insieme ai dettagli del modello.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

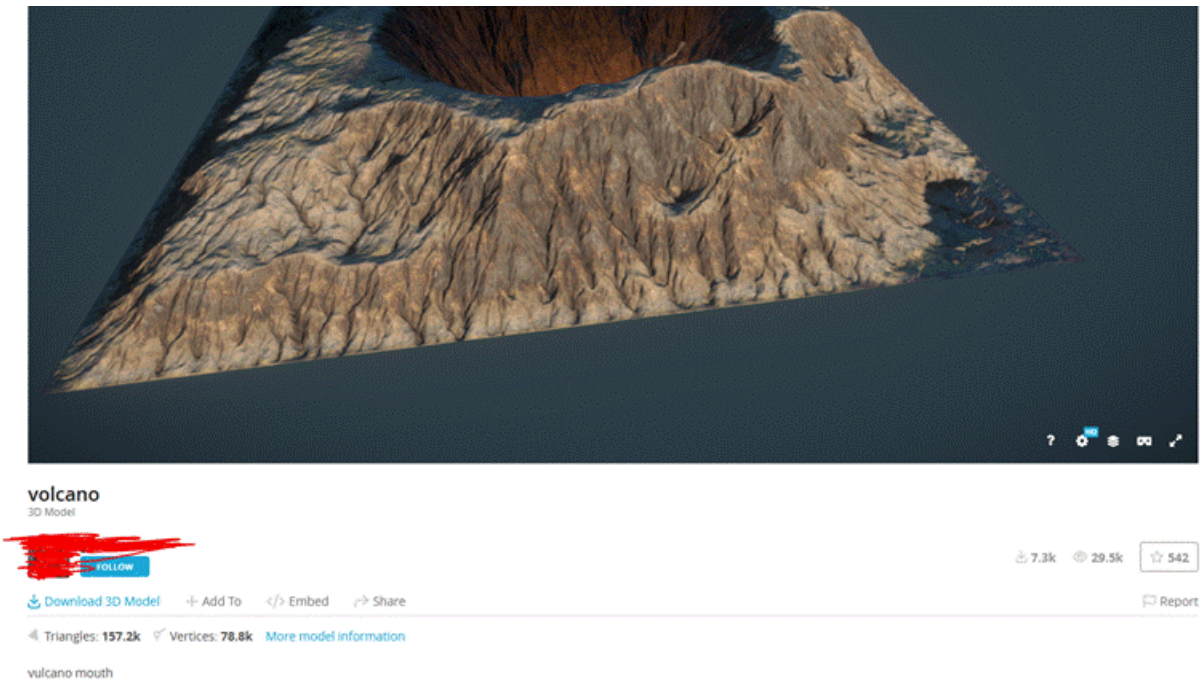


Figura 7. Dettagli del modello su Sketchfab

Nella Figura 7 è visibile il pulsante “Download 3D Model” sotto il nome del modello e dell’autore. Più in basso è indicato anche il numero di triangoli da cui è composto il modello, un dato che può essere utile. Maggiore è il numero di triangoli, maggiore sarà il carico di elaborazione sui dispositivi. Anche un milione di triangoli dovrebbe essere gestibile; occorre tuttavia prestare attenzione ai modelli ad altissima definizione con un numero di triangoli molto superiore, perché non possono essere utilizzati efficacemente nel motore di gioco senza rallentare l’applicazione.

Premendo il pulsante di download verrà visualizzata una nuova finestra di dialogo.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

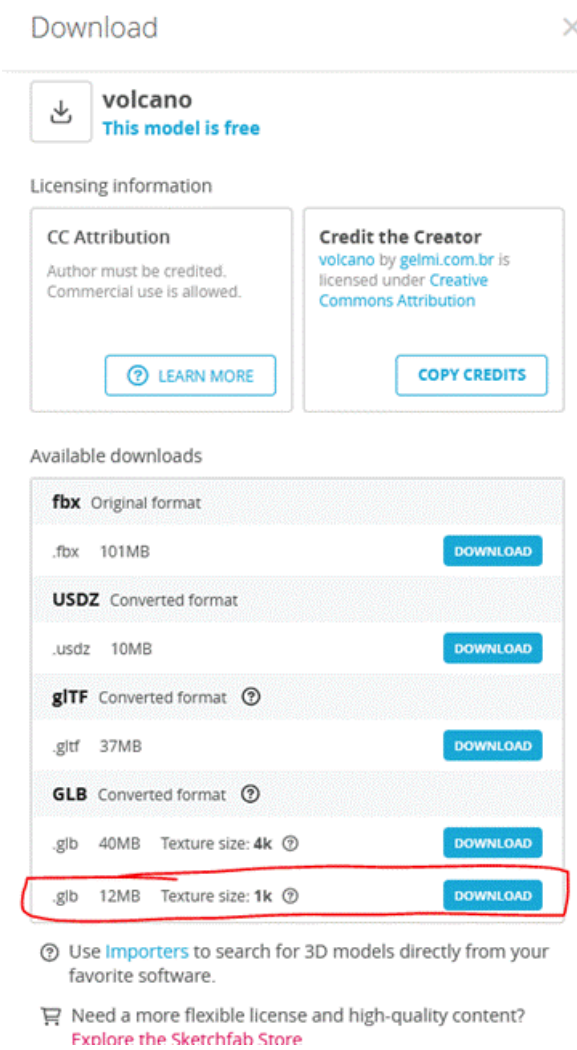


Figura 8. Finestra di download del modello su Sketchfab

Scaricare sempre il formato convertito GLB e scegliere la risoluzione delle texture più bassa disponibile. Questo formato è il più compatibile con il motore di gioco e texture di dimensioni ridotte consentono di risparmiare spazio su disco.

È possibile creare nella cartella “Downloads” una sottocartella con il nome dell’argomento e scaricare al suo interno questi file.

Dopo aver chiarito come scaricare i modelli, è possibile completare il documento del piano didattico.

Creare nuovi scenari nel motore

Con il piano didattico pronto, lo scenario può essere preparato nel motore in modo ordinato, partendo dal progetto sorgente. Anche se entreremo nel motore di gioco vero e proprio, vedremo soltanto comandi e pulsanti di base, soprattutto operazioni di trascinamento di oggetti già predisposti dagli sviluppatori. Non è richiesta alcuna conoscenza di programmazione.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

In sintesi, gli scenari di esempio che abbiamo visto sono composti da scene contenenti un modello e alcuni pin disposti attorno ad esso. L'obiettivo è creare alcune scene, inserire i pin e aggiungere pin che conducano da una scena all'altra, così da costruire uno scenario completo basato sul piano didattico preparato in precedenza.

Aprire il progetto

Individuare "Godot 4.6" nella cartella PROJECT SOURCE e fare doppio clic per aprirlo. Comparirà la schermata di selezione del progetto. Fare clic sul pulsante "Import" nella parte superiore per iniziare a individuare il progetto.

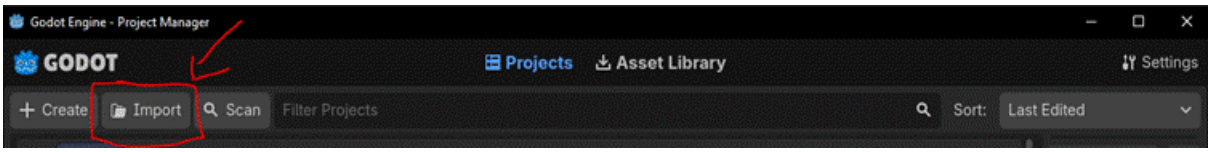


Figura 9. Selezione del progetto in Godot

Si aprirà una finestra che chiede di individuare il progetto. Premendo il pulsante con la "freccia verso l'alto" è possibile risalire di una cartella. Se i file del progetto sono stati salvati in "Documents" come indicato in precedenza, la cartella "Documents" dovrebbe essere facilmente raggiungibile premendo più volte la "freccia verso l'alto".

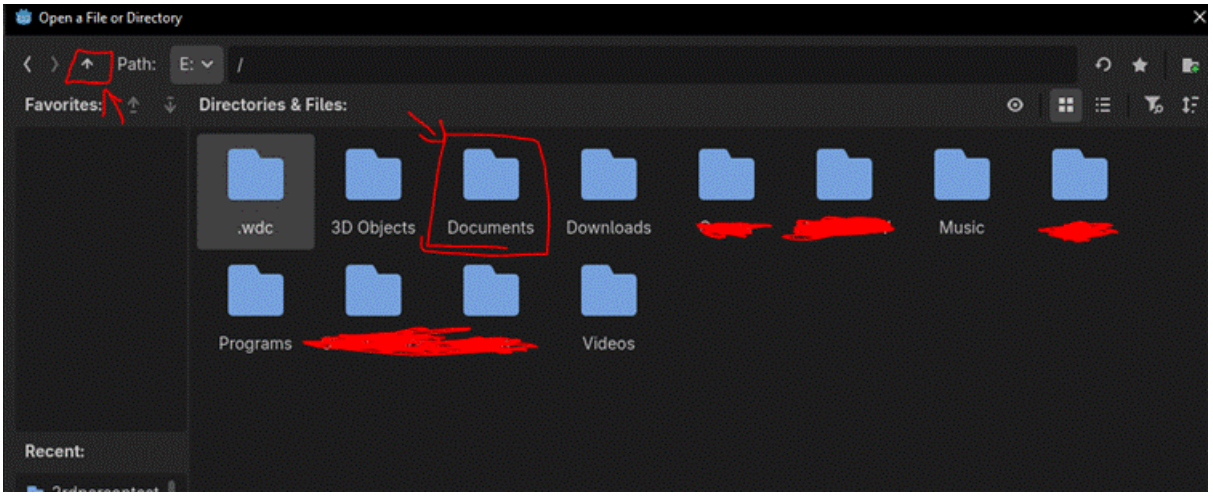


Figura 10. Finestra di ricerca del progetto

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Accedere alla cartella SCPSTEMIT -> PROJECT SOURCE -> scp-stemit e fare doppio clic su “project.godot”.

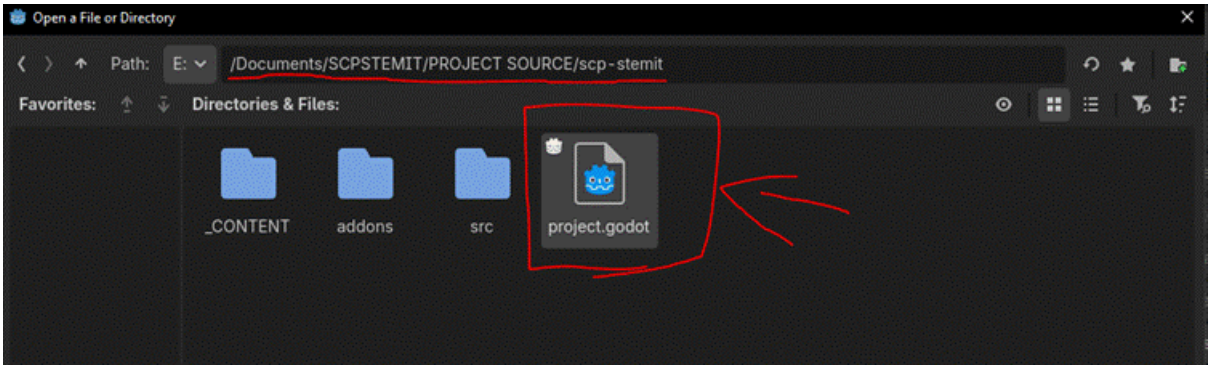


Figura 11. Posizione del progetto

Nella finestra successiva, fare clic su “Import”. Poiché “Edit Now” è selezionato, verrà aperto anche il progetto.

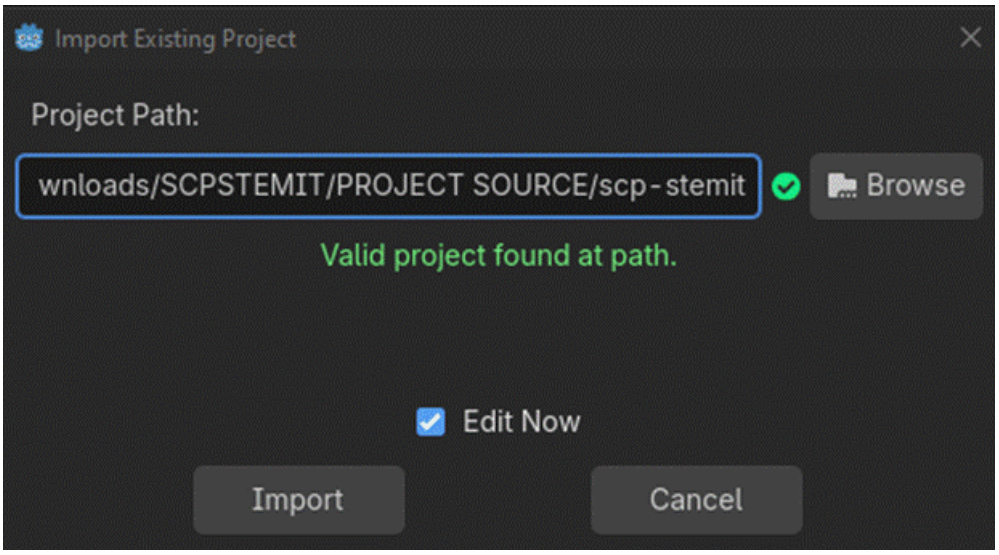


Figura 12. Conferma dell’importazione del progetto

NOTA: la procedura di importazione deve essere eseguita soltanto la prima volta. In seguito, il progetto “SCP Stemit” comparirà nell’elenco dei progetti e potrà essere aperto con un doppio clic.

Si tenga presente che la prima apertura del progetto può richiedere alcuni minuti.

Comandi di base dell'interfaccia

Una volta aperto il progetto, dovrebbe comparire una schermata simile a quella seguente.

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.
Co-funded by the European Union

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

IKY

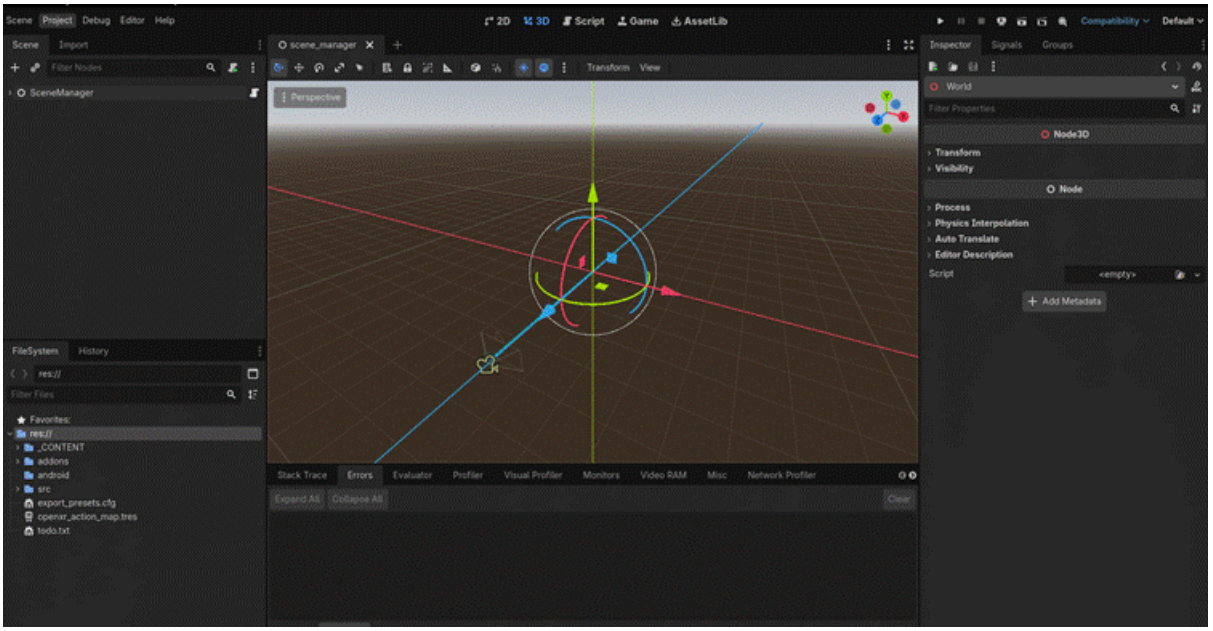


Figura 13. Schermata principale del progetto SCP Stemit

In breve, a sinistra si trova lo “Scene Tree”, che elenca gli oggetti presenti nella scena. Quando aggiungiamo un modello e dei pin, questi saranno visibili qui. Sono presenti anche oggetti inseriti in precedenza dagli sviluppatori, che possono essere ignorati.
In basso a sinistra si trovano i file del progetto, che useremo per importare nel progetto i modelli 3D scaricati.

A destra si trova l’Inspector, che consente di impostare le proprietà dell’oggetto selezionato. Lo useremo per definire il testo dei pin.

Al centro si trova il Viewport, che mostra in 3D la scena corrente. Gli oggetti possono essere selezionati facendo clic su di essi qui oppure nell’elenco Scene Tree. Nella scena attuale non sono ancora presenti oggetti visibili, quindi per il momento non è possibile provarlo. È importante dedicare qualche minuto a imparare come muovere la telecamera in questo Viewport centrale:

- La telecamera può essere riportata al centro della scena premendo “O” sulla tastiera dopo aver fatto clic in un punto qualsiasi del Viewport.
- Ingrandire/ridurre con la rotellina del mouse verso l’alto/il basso; durante lo scorrimento il livello di zoom compare a sinistra. Un buon livello di zoom da utilizzare è “4.5m”.
- Tenere premuto il tasto destro del mouse e trascinare per ruotare la visuale della telecamera.
- Tenere premuto il tasto centrale del mouse e trascinare per orbitare attorno al centro.
- Tenere premuto il tasto destro del mouse e premere W, A, S o D sulla tastiera per pilotare la telecamera. È la funzione più utile.
- Ricordare che il tasto “O” può essere premuto per tornare al centro, che è il nostro punto di riferimento.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Vedremo questi comandi gradualmente nel corso della guida. Ora è il momento di importare i modelli.

Importare i modelli nel motore

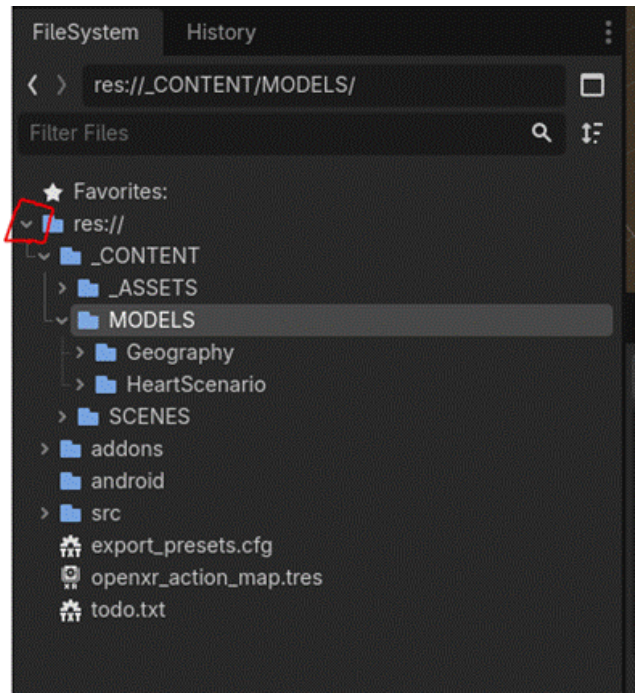


Figura 14. File del progetto

Prima di importare i modelli, creiamo una nuova cartella in cui inserirli. Questo aiuta a mantenere tutto ordinato. Nella sezione dei file del progetto, in basso a sinistra, le cartelle possono essere espanse facendo clic sulla freccia alla loro sinistra. Individuare la cartella _CONTENT -> MODELS. Fare clic con il tasto destro su MODELS, passare su “Create New” (la prima opzione) e quindi fare clic su “Folder…” per creare una nuova cartella sotto MODELS. Comparirà la finestra di creazione della cartella: inserire un nome, ad esempio il tema dell’argomento.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

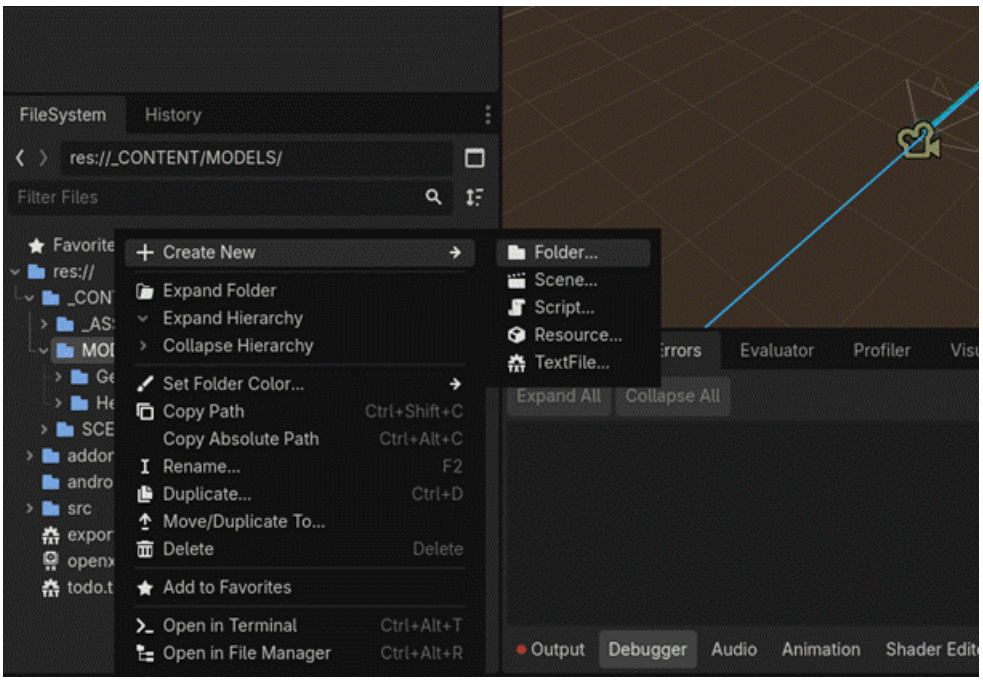


Figura 15. Creazione di una nuova cartella

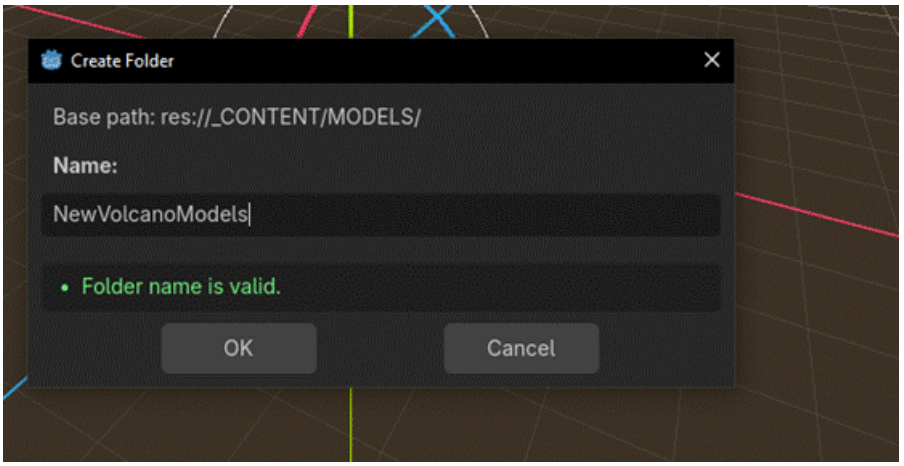


Figura 16. Finestra di creazione della cartella

A questo punto è possibile trascinare i file dei modelli scaricati nella cartella. Aprire o tornare al File Explorer del sistema operativo e raggiungere la cartella in cui sono stati scaricati i modelli 3D. Ridurre la finestra di File Explorer in modo che il progetto sia visibile sullo sfondo e sia possibile trascinare i file; selezionare quindi i modelli e trascinarli nella cartella del progetto.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

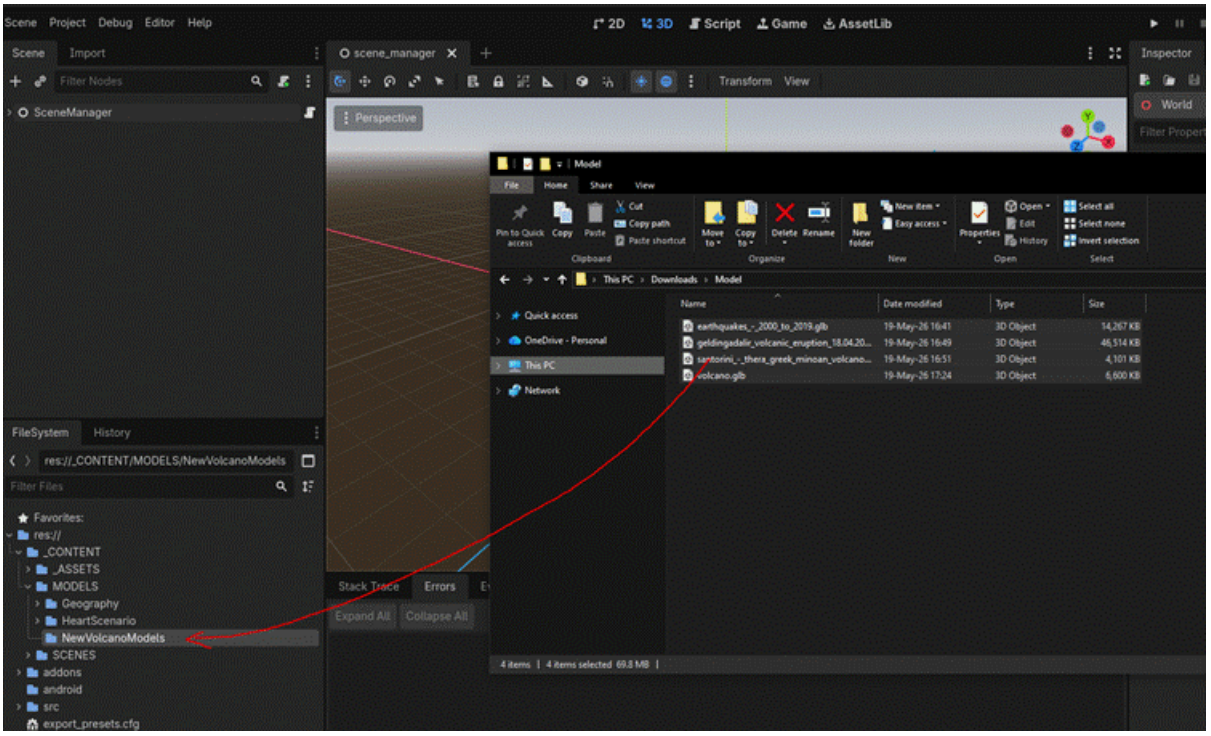


Figura 17. Trascinamento dei modelli

L'importazione può richiedere un po' di tempo. Se i modelli sono molti, è inoltre consigliabile non selezionarli TUTTI insieme ma importarli gradualmente in piccoli gruppi. Al termine, la cartella dovrebbe apparire come segue:

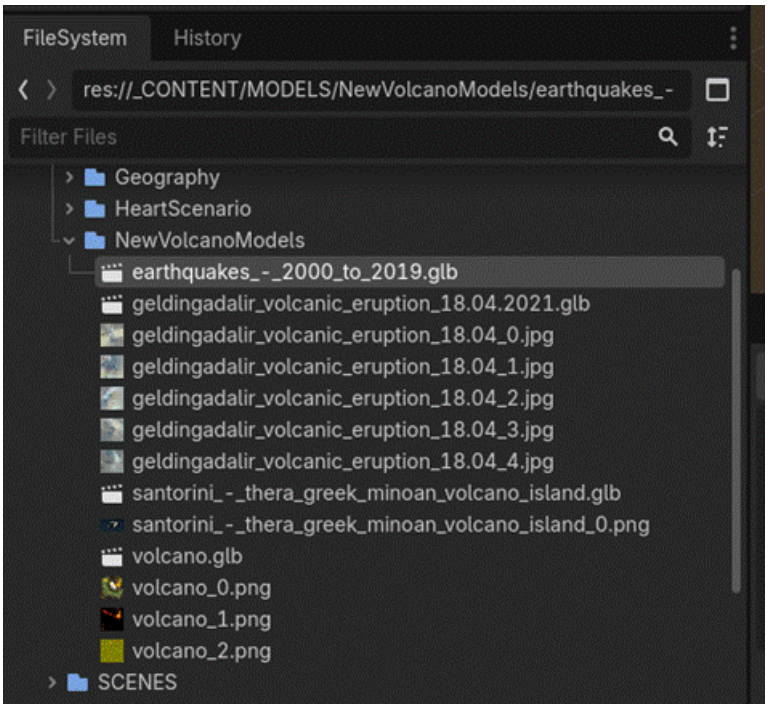


Figura 18. Modelli importati nel File System

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

I file con estensione .glb sono i file dei modelli. Dal modello potrebbero essere stati estratti anche alcuni file immagine delle texture, necessari al motore, ma possono essere ignorati completamente. Ci concentreremo soltanto sui file .glb.

Configurazione delle scene

È finalmente il momento di iniziare a lavorare sulle scene 3D. Questa è la parte più importante e richiede la maggiore attenzione. Negli scenari di esempio, ogni schermata che abbiamo visto contenente un modello e dei pin corrisponde a una singola scena.

Creare una nuova scena

Nel menu File in basso a sinistra, accedere alla cartella _CONTENT -> _ASSETS. Fare clic con il tasto destro su _SCENE.tscn e selezionare “New Inherited Scene…”.

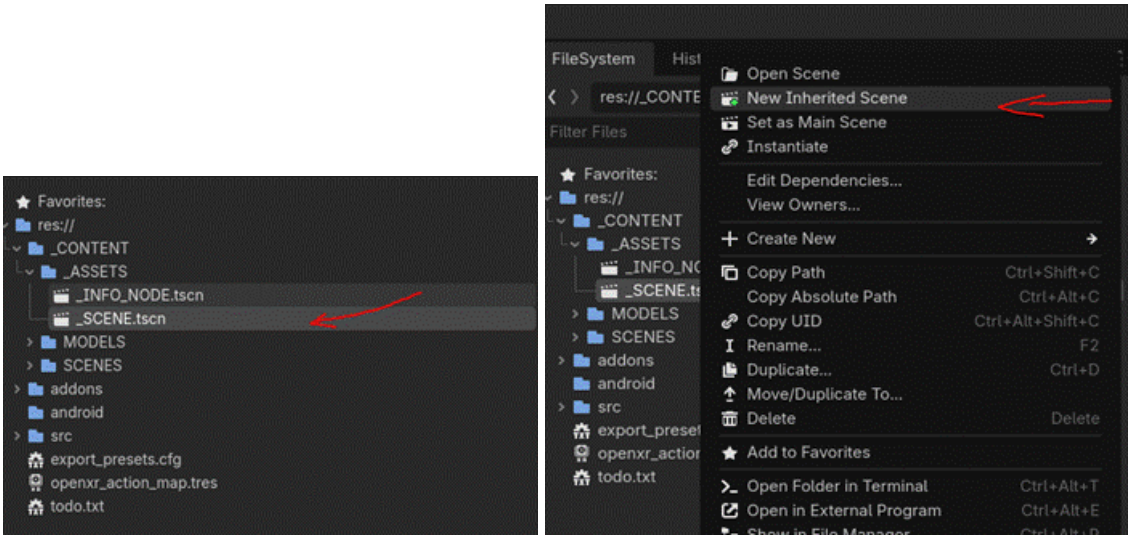


Figura 19. Creazione di una nuova scena ereditata

Verrà creata una nuova scena che eredita le funzionalità predisposte dallo sviluppatore.

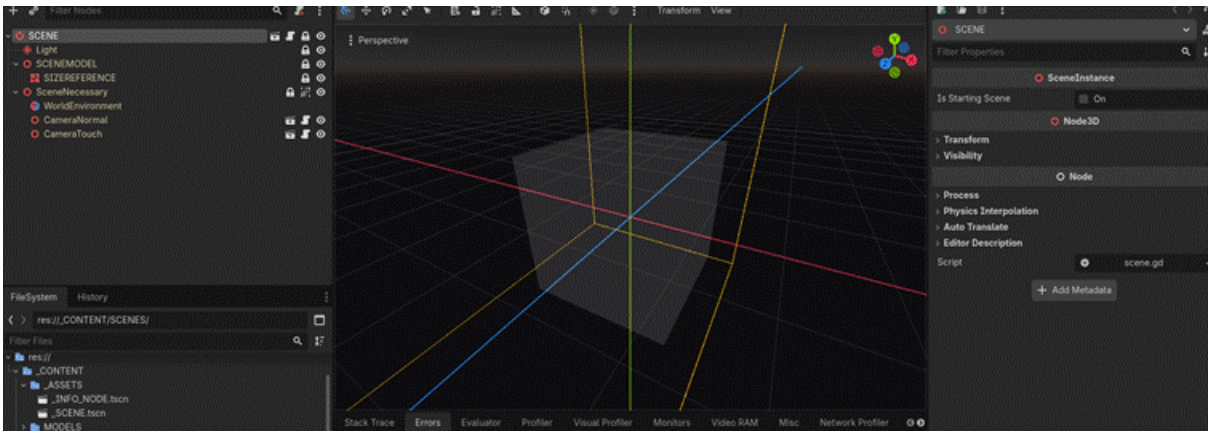


Figura 20. Nuova scena SCP STEMIT

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Anche se la nuova scena può essere salvata in qualsiasi momento, è meglio farlo subito. Come abbiamo creato una nuova cartella per i modelli in _CONTENT -> MODELS -> (New Folder), dobbiamo fare lo stesso per le scene. Accedere a _CONTENT -> SCENES, fare clic con il tasto destro su SCENES e creare una nuova cartella con il nome dell'argomento.

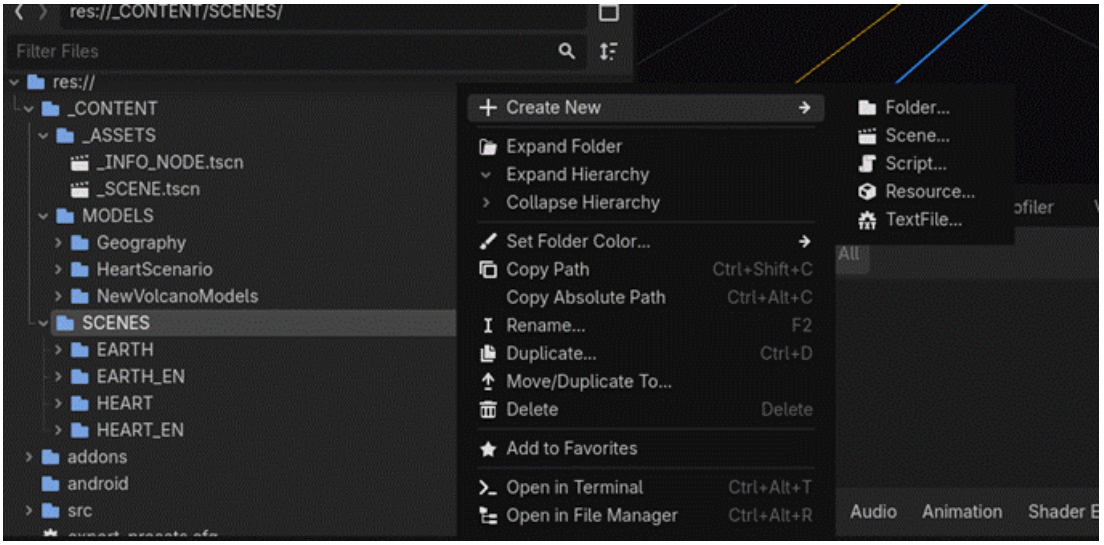
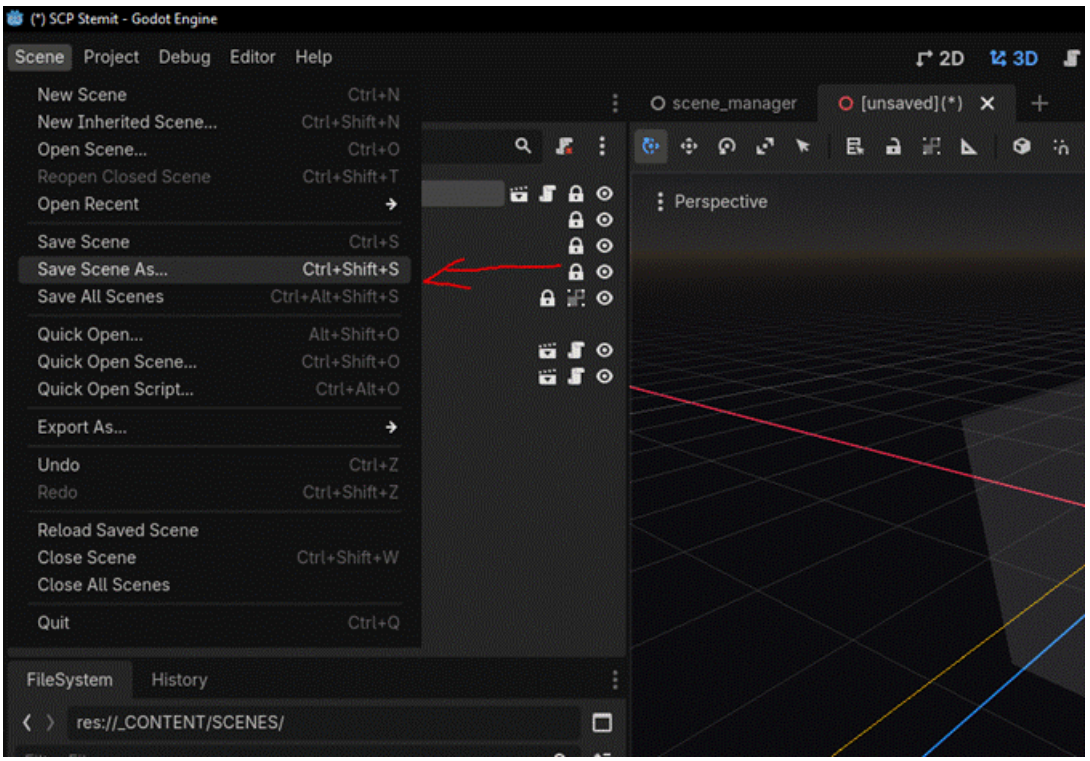


Figura 21. Creazione di una nuova cartella per le scene

Ora è possibile salvare la scena in questa cartella. Fare clic su "Scene" in alto a sinistra e selezionare "Save Scene As…". Si aprirà una finestra in cui specificare la posizione di salvataggio. Accedere a _CONTENT -> SCENES e quindi alla nuova cartella creata per l'argomento. La scena dovrebbe essere denominata in base al modello che verrà visualizzato, che dovrebbe corrispondere al primo modello previsto nel piano didattico preparato in precedenza.



The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Figura 22. Save Scene As…

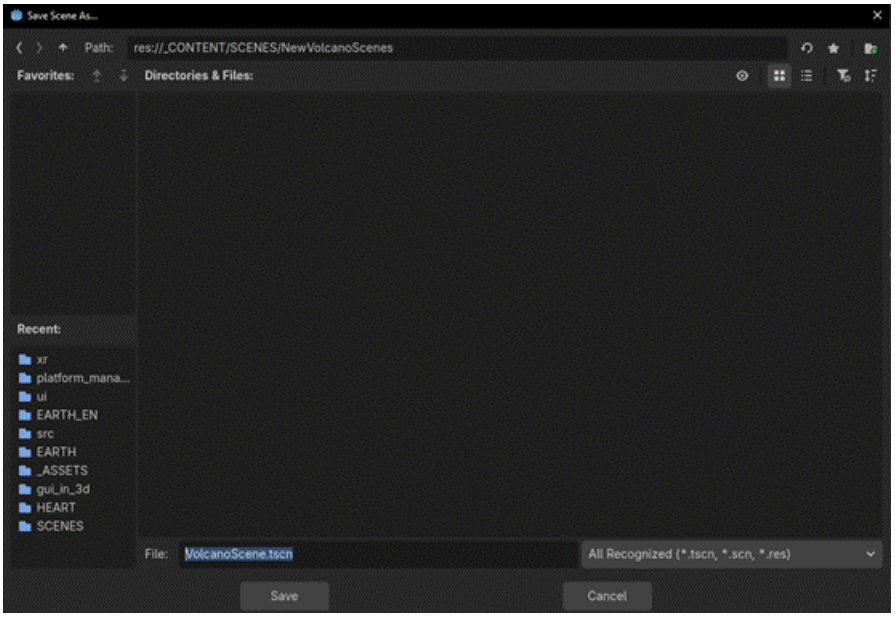


Figura 23. Salvataggio della nuova scena con un nome.

Aggiungere un modello alla scena

Per aggiungere un modello alla scena, è possibile trascinarlo direttamente al centro della scena dalla cartella MODELS creata in precedenza. Come promemoria dei comandi dell'interfaccia, dopo aver fatto clic sul Viewport è possibile premere "O" per riportare la telecamera al centro e utilizzare la rotellina del mouse per ingrandire/ridurre, fino al valore consigliato di 4.5m.

Con la telecamera correttamente orientata verso il centro dello schermo, trascinare il file .glb al centro.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

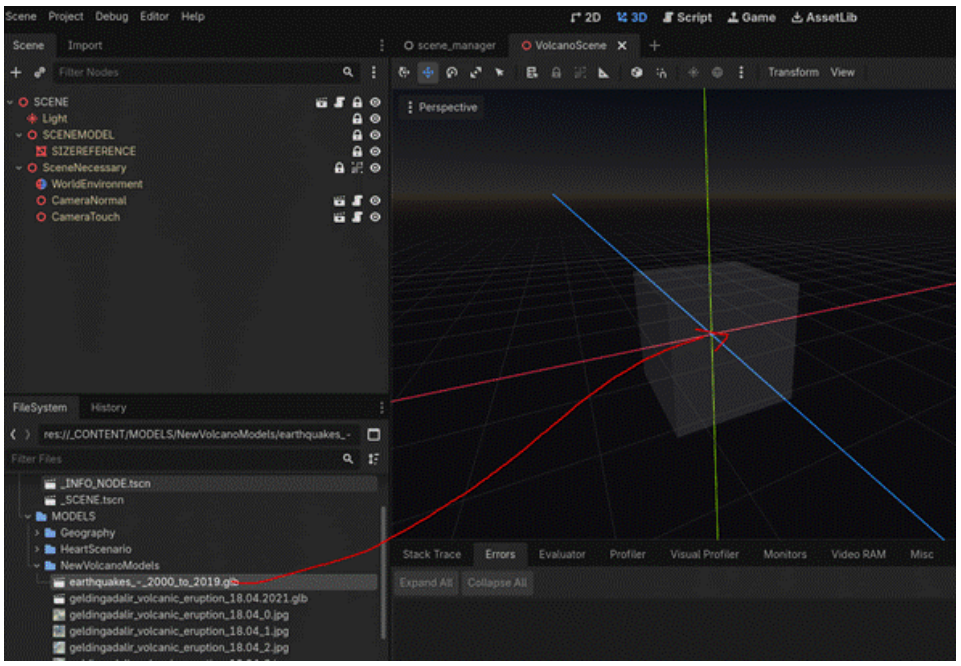


Figura 24. Trascinamento del file .glb nella scena

Ridimensionare il modello, riferimento delle dimensioni

Il modello dovrebbe ora essere visibile nella scena. Tuttavia, gli artisti 3D possono utilizzare scale diverse quando creano i modelli. Di conseguenza, il modello appena inserito potrebbe risultare troppo grande o troppo piccolo rispetto alla scala utilizzata dal programma.

Per questo motivo al centro dello schermo è presente un cubo semitrasparente. Gli sviluppatori lo hanno inserito come riferimento per una dimensione adatta all'applicazione. Fortunatamente è possibile ridimensionare il modello direttamente nel motore modificandone la scala. Il modello può essere selezionato dallo Scene Tree a sinistra, dove probabilmente è chiamato "Sketchfab_scene", oppure facendo clic su di esso nel Viewport centrale. Una volta selezionato, è possibile modificarne le proprietà. In questo caso dobbiamo intervenire sulla posizione e sulla scala. Fare clic sulla freccia accanto a "Transform" nell'"Inspector" a destra dello schermo per espandere alcune proprietà relative alla posizione.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

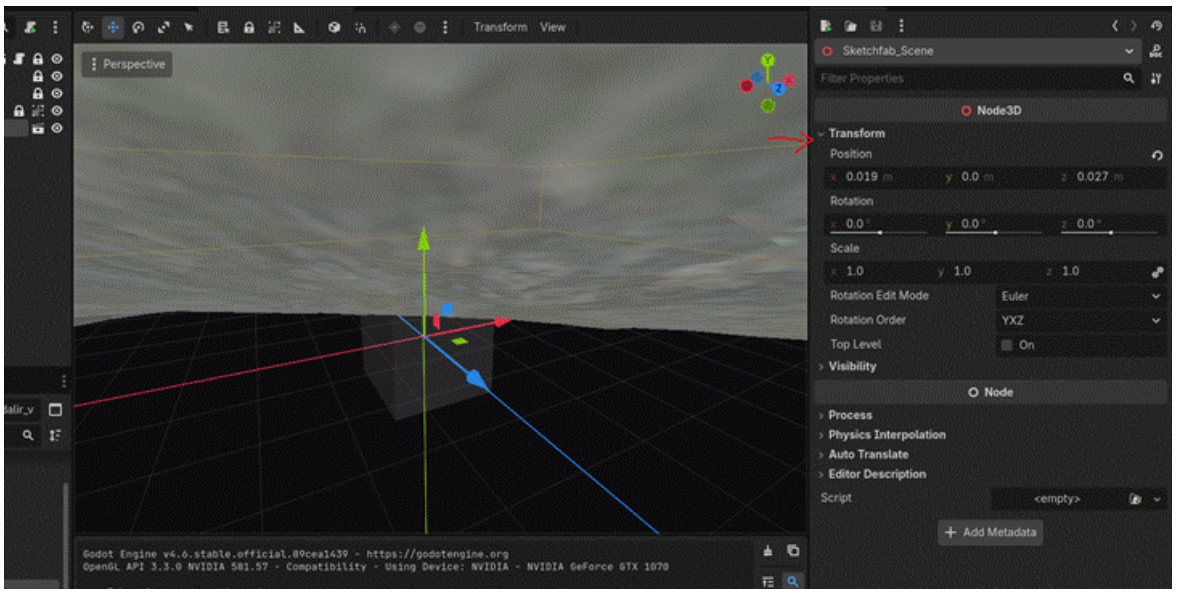


Figura 25. Espansione di Transform

È fortemente consigliato modificare i valori inserendo direttamente i numeri in questi campi, anche se è possibile spostare gli oggetti anche tramite le frecce verde, rossa e blu nel Viewport.

Si consiglia di impostare a 0 i valori Position per x, y e z. Fare clic sul numero, inserire 0 e premere Invio per ciascun valore. In questo modo il modello sarà posizionato al centro.

La scala è l'elemento più importante in questo passaggio. Inizialmente è impostata su 1.0, cioè la scala predefinita; nello screenshot, tuttavia, il modello è molto grande rispetto al cubo di riferimento. Per ridurlo, inserire manualmente, ad esempio, il valore 0.1 in uno degli assi x, y o z di Scale e premere Invio: sarà immediatamente visibile la variazione di dimensione. Per impostazione predefinita, modificando un asse della scala vengono modificati uniformemente anche gli altri. Se 0.1 risulta ancora troppo piccolo o troppo grande, regolare ulteriormente il valore.

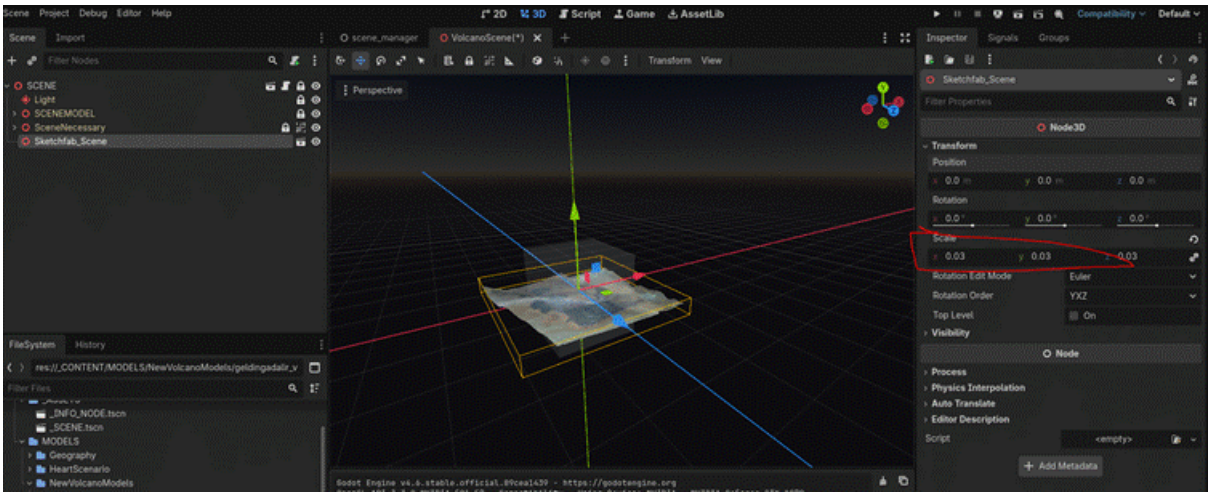


Figura 26. Impostazione della scala. Per questo particolare modello è stata necessaria una scala di 0.03 per farlo rientrare nel cubo di riferimento.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

La scena può essere salvata nuovamente facendo clic su Scene in alto a sinistra -> Save Scene.

Aggiungere pin alla scena

I pin possono essere aggiunti alla scena trascinando un oggetto pin al suo interno. Nel menu File, accedere a _CONTENT -> _ASSETS e trascinare INFO_NODE.tscn nella scena, come fatto per il modello.

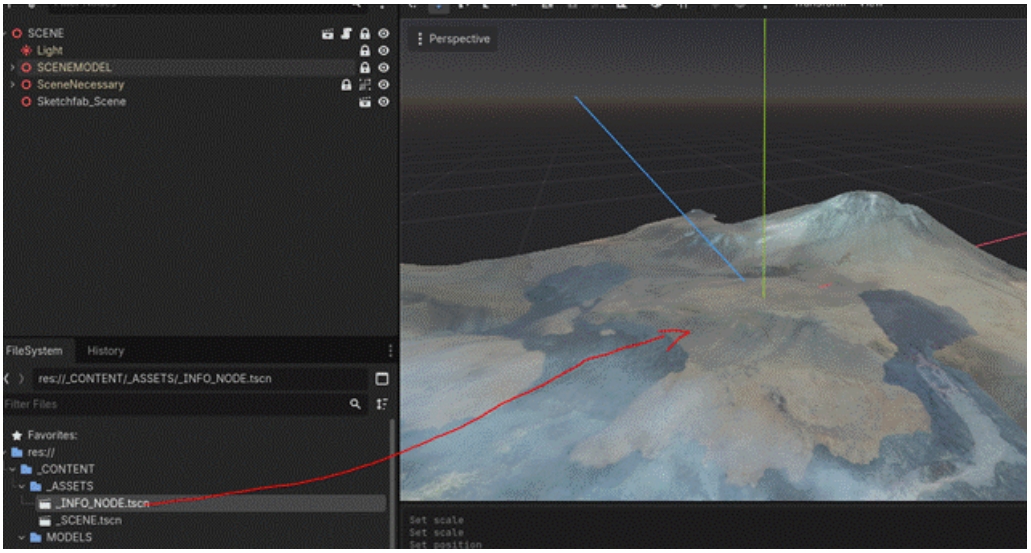


Figura 27. Aggiunta di un pin alla scena

Tenere presente che l'oggetto pin può essere piuttosto piccolo; per individuarlo potrebbe quindi essere necessario spostare la telecamera come descritto in precedenza nella sezione "Comandi di base dell'interfaccia". Quando l'applicazione è effettivamente in esecuzione, le dimensioni vengono adattate automaticamente allo schermo e al livello di zoom, quindi non è necessario preoccuparsi di ingrandire o ridurre il pin come avviene per il modello.

Una volta inserito nella scena, il pin può essere posizionato dove si desidera. Selezionarlo facendo clic su di esso nella scena dopo averlo individuato oppure facendo clic sul relativo elemento nello Scene Tree a sinistra.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

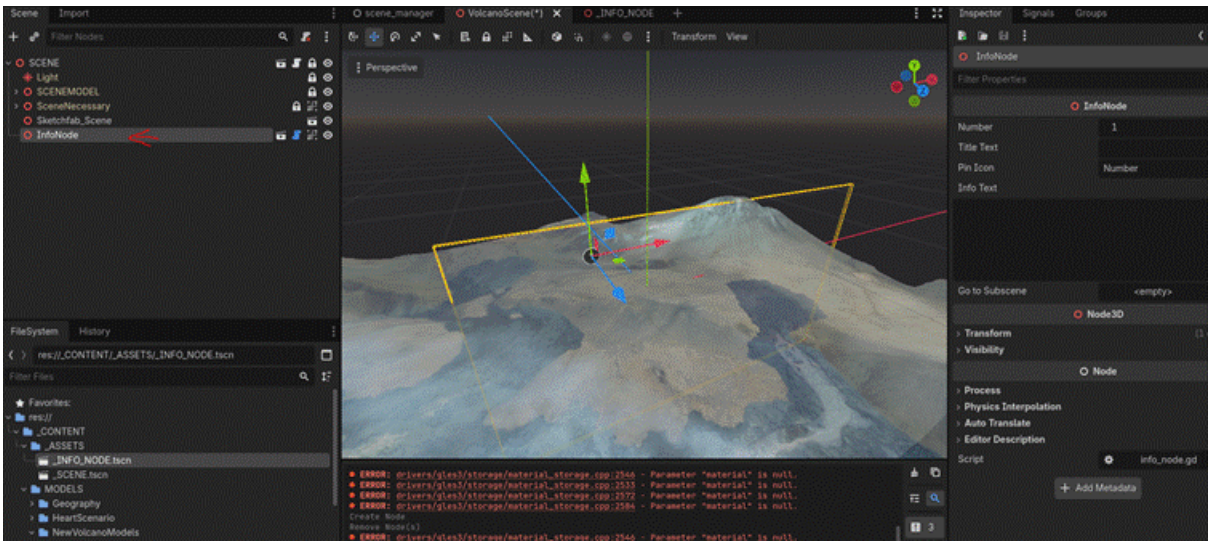


Figura 28. Selezione del pin aggiunto

Se non è possibile individuarlo nel Viewport ma è visibile nello Scene Tree, dove sarà denominato InfoNode oppure InfoNode seguito da un numero se ne sono presenti più di uno, continuare a regolare la telecamera e lo zoom finché non compare. Come per il modello, è possibile impostare la Position di Transform su 0, 0, 0 per assicurarsi che si trovi al centro e premere il tasto “O” per reimpostare la visuale della telecamera: a quel punto dovrebbe essere visibile.

Per posizionare il pin nel punto desiderato, utilizzare le frecce verde, rossa e blu. Le frecce compaiono soltanto quando l’oggetto Pin è selezionato. Verificare inoltre che nella barra degli strumenti sia selezionata la modalità “Move Mode”.

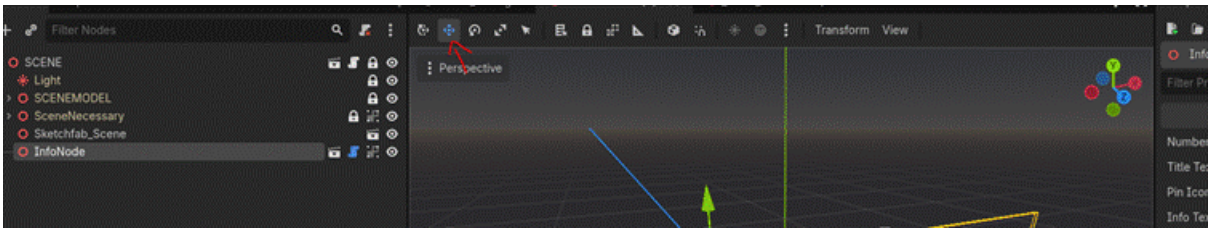


Figura 29. Verifica che “Move Mode” sia attivata

Con un pin selezionato è possibile modificarne anche le proprietà nell’Inspector a destra, facendo clic sul campo accanto a ciascuna proprietà. Se una proprietà viene modificata, facendo clic sulla freccia circolare a sinistra del relativo campo la si ripristina al valore predefinito, operazione che può essere utile in alcuni casi.

The material of the project reflects only the author’s views. The European Commission’s support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

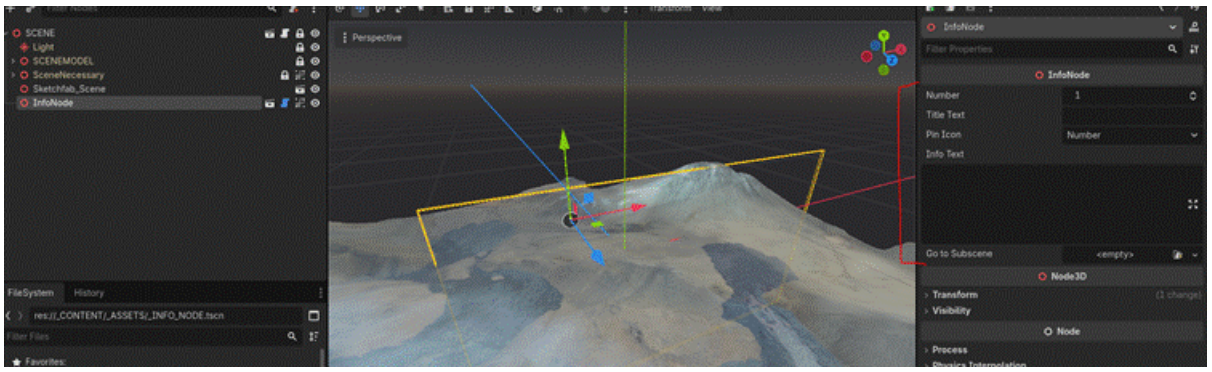


Figura 30. Proprietà del pin

Property	Function
Numero	Modifica il numero visualizzato sul punto.
Testo del titolo	Imposta il titolo del pop-up informativo che appare.
Icona del punto	Modifica l'icona visualizzata sul punto. "Numero" mostra il numero impostato, "Info" mostra un'icona a forma di "i", mentre "Freccia" mostra un'icona a forma di freccia che indica che questo punto conduce a un'altra scena.
Testo informativo	Imposta il testo che appare nel pop-up informativo.
Vai alla sottoscena	Trascina e rilascia un'altra scena per creare una transizione da questa scena alla scena specificata quando si fa clic su questo punto. Se questa opzione è impostata, il pop-up informativo non verrà visualizzato.

La procedura può essere ripetuta per tutti i pin desiderati all'interno di una scena. Per velocizzare leggermente il lavoro è anche possibile duplicare un pin e modificarne le proprietà: selezionarlo nello Scene Tree a sinistra e premere Ctrl + D. Al termine, salvare nuovamente la scena facendo clic su Scene in alto a sinistra e quindi su Save Scene.

Passare da una scena all'altra

Le transizioni tra le scene vengono gestite interamente tramite la proprietà "Go to Subscene" del pin.

Ripetere la procedura descritta in "Configurazione delle scene" per le scene e i modelli desiderati, quindi trascinare una scena nella proprietà "Go to Subscene" di un pin. Ad esempio, dopo aver creato una scena con un vulcano e un'altra con la Terra e averle salvate nella cartella dell'argomento _CONTENT -> SCENES -> Volcanoes, è possibile aggiungere un pin alla scena del vulcano e trascinare la scena della Terra nel campo "Go to Subscene".

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

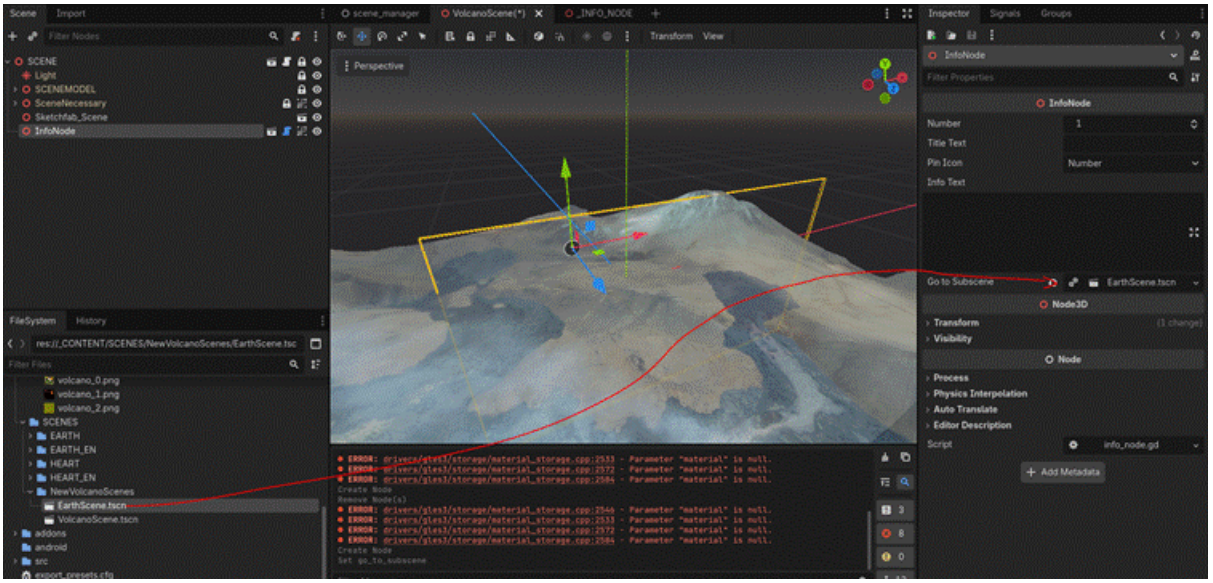


Figura 31. Trascinamento di un'altra scena sul pin

A questo punto, quando il pin viene selezionato durante l'esecuzione dell'applicazione, la scena passerà alla scena Earth specificata.

NOTA: poiché sono presenti sia una cartella dei modelli sia una cartella delle scene, fare attenzione a non confonderle. I modelli sono diversi dalle scene che creiamo, anche se le scene contengono i modelli.

Chiudere/Riaprire le scene

Godot può mantenere aperte più scene contemporaneamente, permettendo di passare facilmente dall'una all'altra. Ricordarsi di chiuderle quando non servono più, perché accumularne troppe può rallentare il computer. Per farlo, fare clic sul pulsante X accanto alle schede delle scene sopra il Viewport.

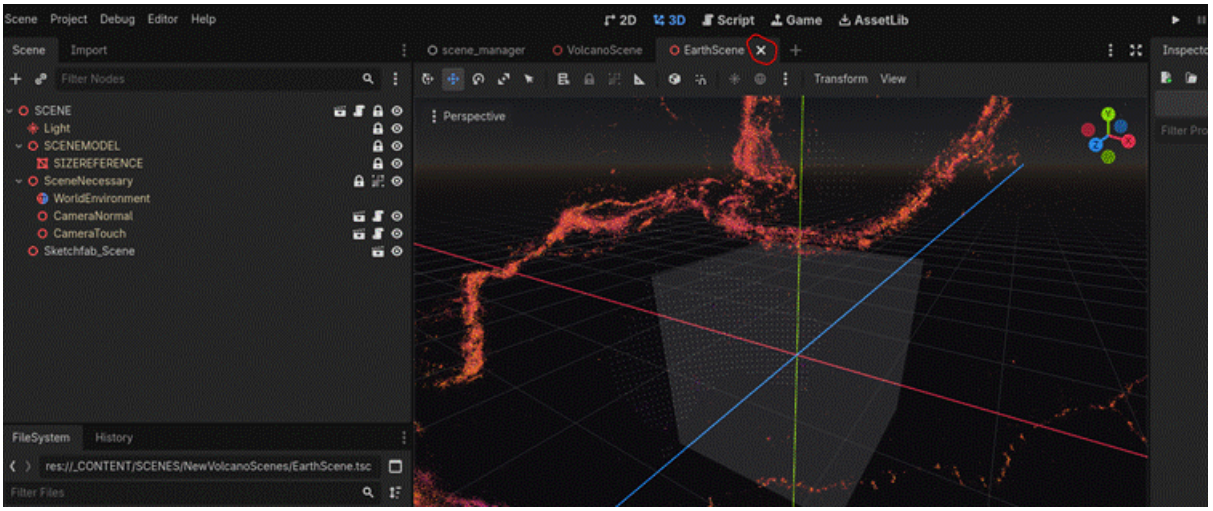


Figura 32. Chiusura delle schede delle scene

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Naturalmente, qualsiasi scena creata in precedenza può essere riaperta individuandola in _CONTENT -> SCENES, nella cartella creata, e facendo doppio clic. Da qui è possibile anche modificare la posizione o la scala del modello e i pin.

Impostare una scena come "Scena iniziale"

Affinché lo scenario compaia nel menu Scenario Select, la prima scena deve essere contrassegnata come "starting scene". Per farlo, aprire la scena che si desidera utilizzare come prima e selezionare l'oggetto radice chiamato "SCENE" nello Scene Tree a sinistra. Le relative proprietà compaiono a destra, nell'Inspector, e "Is Starting Scene" è l'unica proprietà esposta. Può essere attivata o disattivata. Impostarla su ON per la scena iniziale. Questa operazione deve essere eseguita soltanto sulla scena da cui si vuole iniziare quando si seleziona lo scenario.

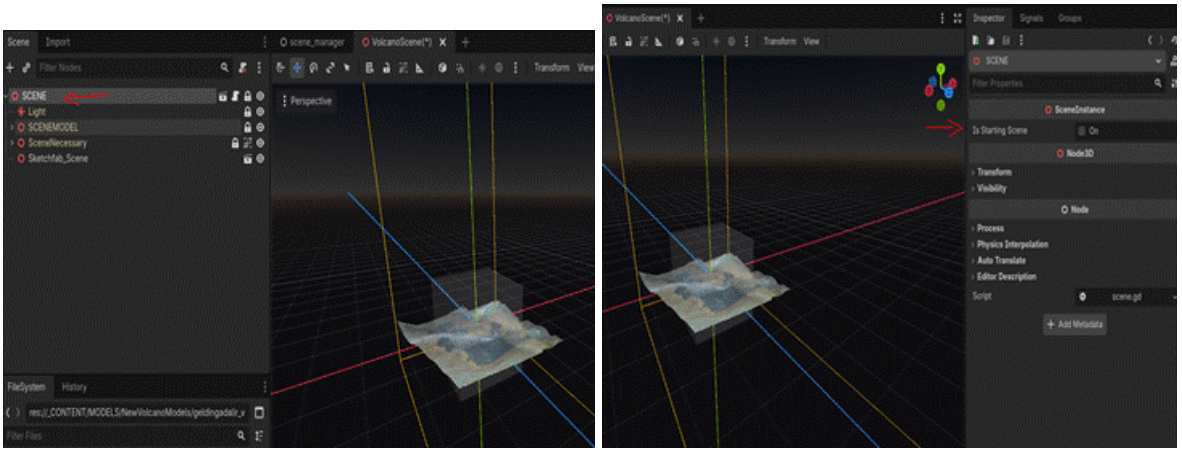


Figura 33. Impostazione della scena come scena iniziale

Riepilogo del processo di sviluppo dello scenario

- Creare nuove scene generando una New Inherited Scene da _CONTENT -> _ASSETS -> _SCENE.tscn.
- Trascinare un modello (.glb) dal FileSystem al centro. Regolarne scala e posizione in modo che rientri nel cubo di riferimento delle dimensioni.
- Aggiungere i pin trascinando _CONTENT -> _ASSETS -> _INFONODE.tscn nella scena come per il modello e riposizionarli con le frecce di Transform. Dopo aver selezionato un pin, impostarne anche le proprietà del testo sul lato destro.
- Ripetere la procedura per tutte le scene e i modelli previsti nel piano didattico.
- Riaprire le scene salvate e aggiungere le transizioni da una all'altra trascinando una scena nella proprietà "Go to Subscene" di un pin. Questa operazione viene svolta in un secondo momento perché, durante la creazione delle scene, è probabile che le scene successive non siano ancora pronte.
- Riaprire la scena che si vuole utilizzare come prima scena dello scenario e impostare la proprietà "Is Starting Scene" su ON.

A questo punto lo scenario può essere testato!

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Test

Lo scenario può essere testato direttamente all'interno del motore. Nella barra in alto a destra si trova il pulsante "Play", che avvia il gioco. Il pulsante "Stop", vicino ad esso, interrompe il test quando necessario.

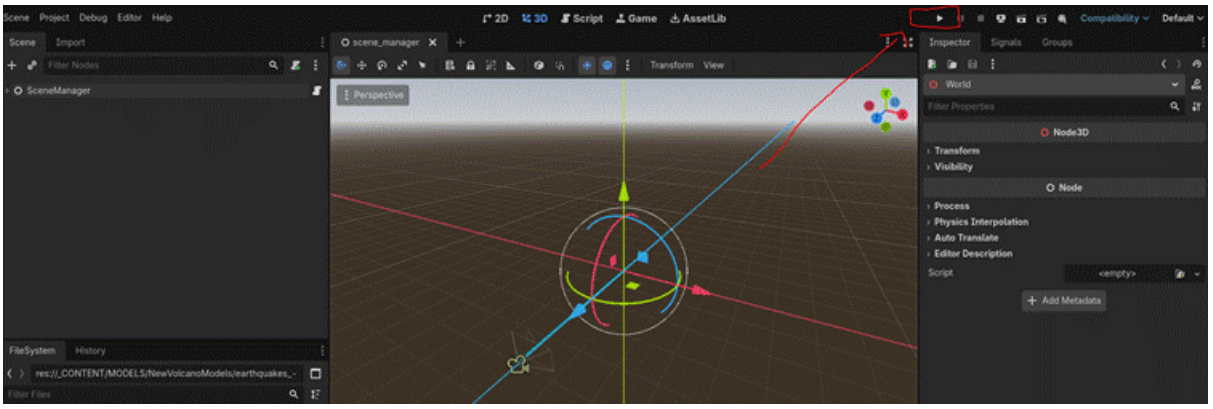


Figura 34. Posizione del pulsante Play per il test

È consigliabile effettuare test frequenti durante la costruzione dello scenario.

Se il nuovo scenario non è visibile durante il test, qualcosa potrebbe essere andato storto nella procedura. Verificare innanzitutto che per la scena da caricare per prima sia selezionata l'opzione "Is Starting Scene", come indicato in precedenza.

Esportare l'applicazione

A questo punto disponiamo di uno scenario che può essere eseguito sul PC desktop tramite la semplice funzione di test. Se l'obiettivo della lezione è soltanto mostrare i modelli dal PC desktop e il test è sufficiente, è possibile fermarsi qui. Se invece si desidera ottenere una versione .exe esportata da salvare su una chiavetta USB o su un altro dispositivo, occorre esportare l'applicazione.

Windows

L'esportazione dell'applicazione per Windows è la più semplice. Nella barra degli strumenti superiore di Godot, fare clic su "Project" e quindi su "Export".

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

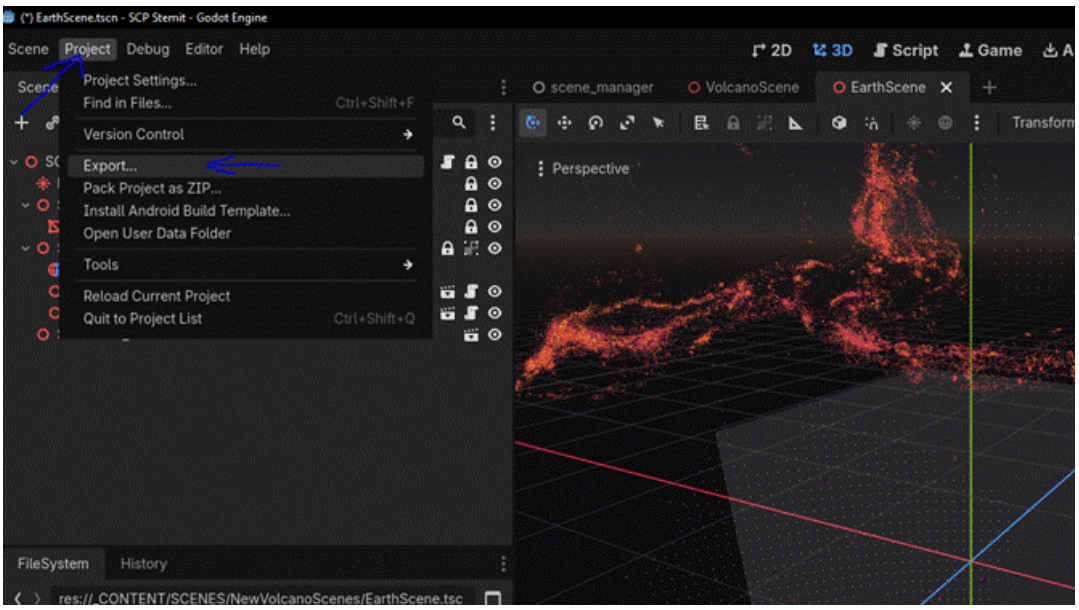


Figura 35. Posizione dell'opzione "Export"

Dovrebbe comparire la finestra Export. Sulla sinistra sono presenti tre preset di esportazione, utilizzabili per esportare l'applicazione per Windows, Android o Android VR.

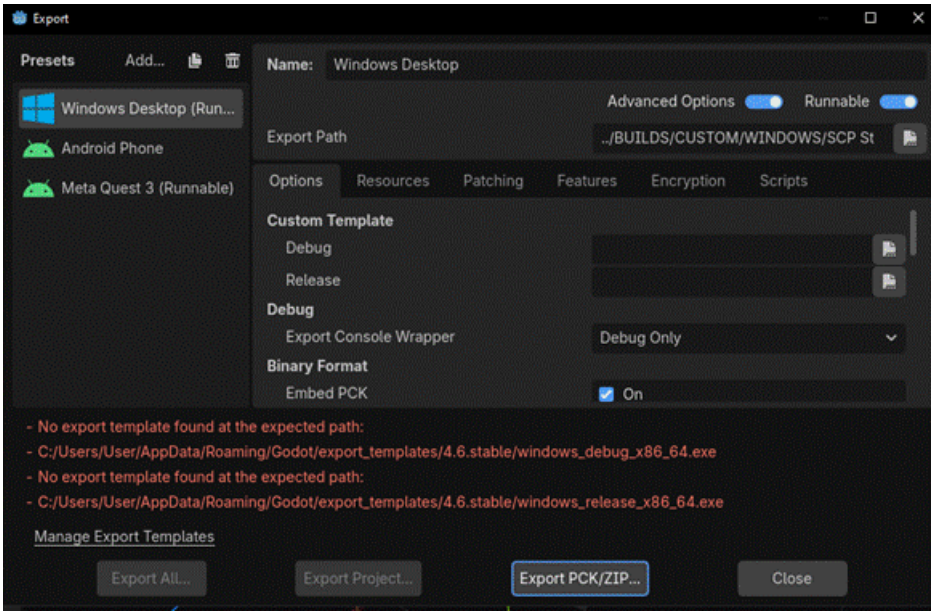


Figura 36. Finestra Export

Per esportare su Windows è necessario scaricare un template di esportazione, come indicato dagli avvisi in rosso. La procedura è automatica e richiede pochi clic. In questa schermata, fare clic su "Manage Export Templates".

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

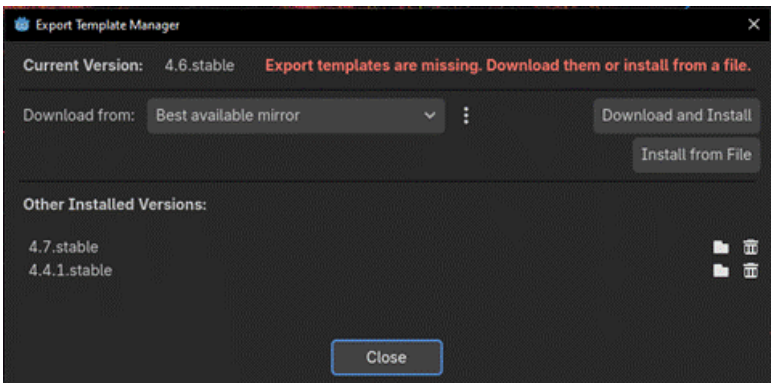


Figura 37. Gestione dei template di esportazione

Si aprirà l'Export Template Manager. Da qui è sufficiente premere "Download and Install" e attendere il completamento del download. La dimensione del file è di circa 1,16 GB.
Questa operazione deve essere eseguita soltanto una volta. Le esportazioni successive non richiederanno un nuovo download del template.
Al termine, fare clic su "Close" e tornare alla finestra Export selezionando nuovamente "Project" -> "Export…" nella barra superiore, come fatto in precedenza.

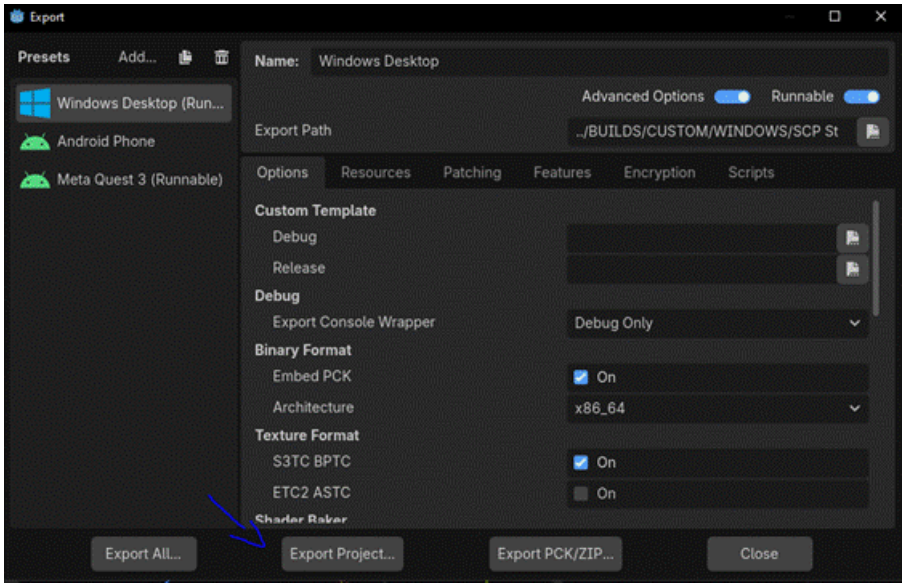


Figura 38. Finestra Export senza avvisi

Gli avvisi in rosso dovrebbero essere scomparsi. A questo punto fare semplicemente clic su "Export Project".

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

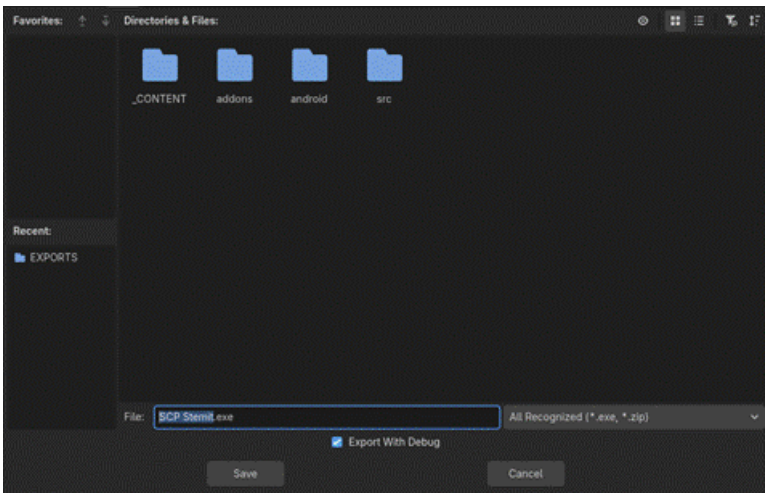


Figura 39. Posizione di esportazione

Ora è possibile scegliere dove esportare l'applicazione. La posizione di esportazione è già stata configurata nella cartella del progetto "APPLICATIONS -> CUSTOM"; è quindi consigliabile premere semplicemente "Save" per avviare l'esportazione, a meno che non si preferisca un'altra destinazione. Poiché si tratta di un semplice file .exe, potrà comunque essere spostato altrove in seguito.

Attendere la fine dell'esportazione, quindi aprire la cartella indicata. L'applicazione dovrebbe essere presente e potrà essere avviata.

Smartphone Android

L'esportazione per Android presenta alcuni aspetti più tecnici e, per questo motivo, non è consigliata.
È necessario installare OpenJDK e installare temporaneamente Android Studio per ottenere alcuni componenti necessari all'esportazione su Android, quindi configurare in Godot i percorsi di tali componenti. La seguente guida ufficiale della documentazione di Godot descrive la procedura:

https://docs.godotengine.org/en/stable/tutorials/export/exporting_for_android.html

Dopo aver completato la configurazione, il metodo di esportazione è lo stesso utilizzato per Windows, con la differenza che occorre selezionare il template "Android Phone".

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

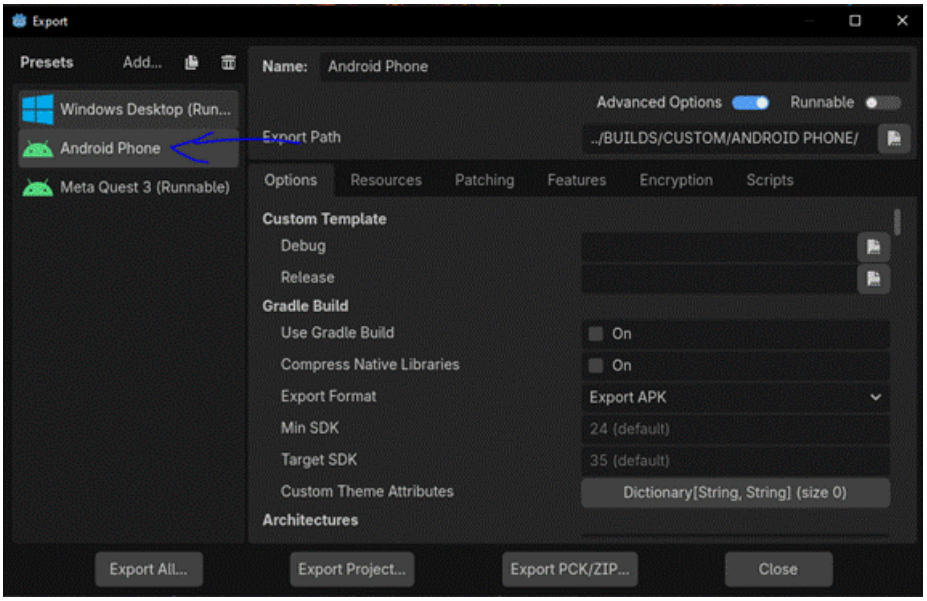


Figura 40. Selezione del template Android Phone.

Come per Windows, il percorso di esportazione è preconfigurato nella cartella del progetto "APPLICATIONS → CUSTOM". L'esportazione produce un singolo file .apk. Per installarlo su un dispositivo è necessario seguire nuovamente la procedura di installazione su Android descritta in precedenza in questa guida: Geography.docx

VR

I visori VR utilizzano Android OS e richiedono quindi la stessa configurazione dell'esportazione per Android Phone. Se la procedura per l'esportazione su Android Phone è già stata completata, è possibile esportare anche per VR selezionando il template "Meta Quest 3" nella finestra Export. Dopo l'esportazione è necessario seguire nuovamente la procedura di installazione su VR: Geography.docx

A causa dei requisiti tecnici dell'esportazione per VR e smartphone Android, si consiglia di utilizzare Windows, che può comunque eseguire la modalità VR se il computer desktop dispone delle caratteristiche necessarie.

12.5 Delightex Edu

Delightex Edu, precedentemente chiamato CoSpaces Edu, è una piattaforma online con cui docenti e studenti possono creare ambienti 3D interattivi. Possono costruire una scena scegliendo oggetti e collocandoli in uno spazio virtuale. Ogni oggetto può essere spostato, ridimensionato o ruotato. È inoltre possibile aggiungere testo, immagini, audio, video e modelli 3D esterni. Azioni e animazioni semplici possono essere create con CoBlocks, lo strumento di programmazione visuale della piattaforma. Una volta pronto il progetto, gli studenti possono esplorarlo da computer, tablet o smartphone. Con un visore VR, la stessa scena può diventare anche un'esperienza di apprendimento immersiva.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

I docenti possono utilizzare il piano gratuito Delightex Edu Basic. Al momento della stesura, un account Basic consente di invitare fino a 29 studenti, creare fino a due progetti, una classe e un compito, caricare fino a dieci file esterni e utilizzare le funzioni di base di CoBlocks. Questi limiti sono sufficienti per una piccola attività STEM guidata, se il progetto viene pianificato con attenzione e costruito principalmente con oggetti riutilizzabili e forme semplici.

Delightex Edu nelle lezioni STEM

Nell'insegnamento STEM, Delightex Edu è utile per le lezioni che riguardano spazio, movimento o scala. Una scena virtuale può trasformarsi in un laboratorio, un ecosistema, una macchina o persino una base su un altro pianeta. Lo strumento funziona bene quando agli studenti viene chiesto di esplorare un problema, indagare come funziona qualcosa, progettare una soluzione o spiegare le proprie idee.

Prima di creare la scena, il docente dovrebbe innanzitutto definire ciò che gli studenti devono apprendere e preparare una domanda principale a cui rispondere al termine del percorso. Un itinerario breve, con tre o quattro tappe, è in genere sufficiente per mantenere l'attività focalizzata. È inoltre utile stabilire quali informazioni verranno fornite durante l'esperienza e quali aspetti dovranno essere indagati autonomamente dagli studenti. Un semplice foglio di lavoro può essere utilizzato per annotare appunti, evidenze e decisioni del gruppo.

Mission Mars: Possiamo sopravvivere?

Link: https://edu.delightex.com/MJB-PBK

Nell'ambito del progetto STEM-IT è stata creata con Delightex Edu un'attività didattica di astronomia intitolata "Mission Mars: Can We Survive?". L'attività presenta una piccola base umana su Marte suddivisa in quattro aree principali: una zona di arrivo, una stazione energetica, gli alloggi per dormire e una stazione per il cibo. Inizialmente la base sembra pronta ad accogliere l'equipaggio. Osservandola con maggiore attenzione, però, si nota che mancano diversi sistemi essenziali. Gli studenti entrano nella base e seguono Sara, una studentessa ricercatrice, mentre visita ciascuna area. A ogni tappa Sara fornisce un indizio e chiede di osservare l'ambiente circostante e riflettere su ciò di cui l'equipaggio potrebbe avere ancora bisogno. Alla fine del percorso Sara incontra il proprio professore, che invita la classe a lavorare in gruppi e a discutere se le persone potrebbero vivere in sicurezza nella base per un lungo periodo.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Figura 1. La scena Mission Mars in Delightex Edu.

Costruire l'attività passo dopo passo

Le schermate riportate di seguito mostrano come è stata costruita Mission Mars. Un docente può seguire gli stessi passaggi per un altro argomento STEM.

Passaggio 1: Creare un account e aprire la dashboard

Aprire il sito Delightex Edu https://edu.delightex.com e creare un account docente gratuito. È possibile accedere anche tramite Google, Microsoft oppure con un codice di accesso. Aprire quindi My Projects. In questa sezione è possibile creare, modificare e organizzare le proprie scene.



Figura 2. Creazione di un account docente.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

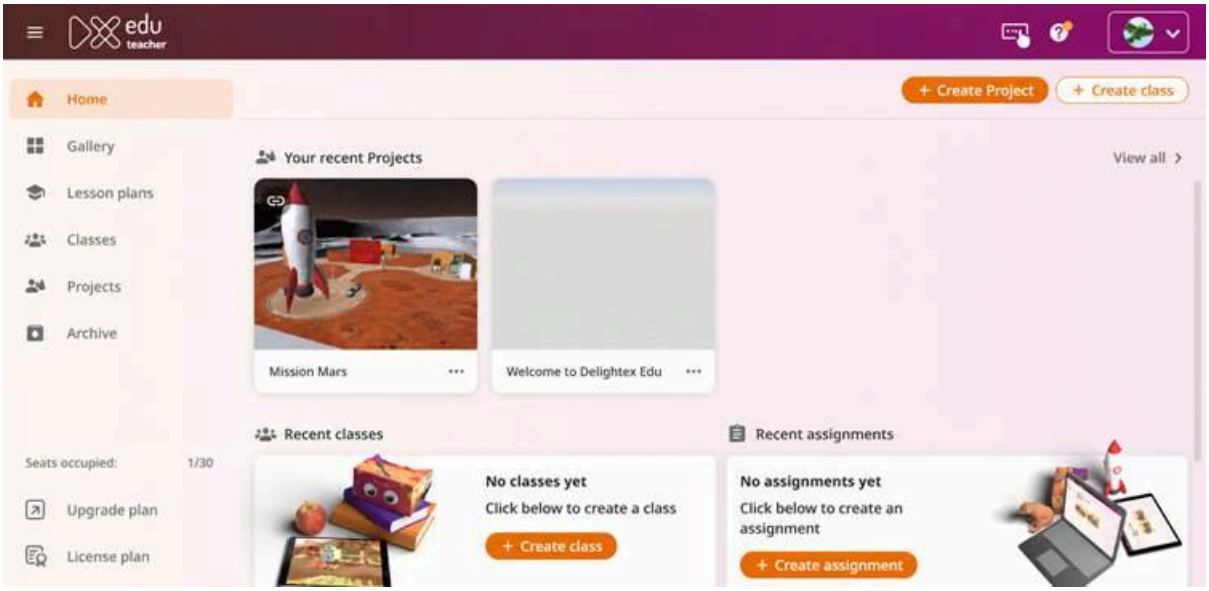


Figura 3. Dashboard del docente e My Projects

Passaggio 2: Creare un nuovo progetto 3D

Selezionare Create Project per aprire i tipi di scena disponibili. Delightex Edu consente ai docenti di creare diverse attività, tra cui un ambiente 3D, un'immagine a 360°, un quiz o un tour virtuale. Per questa attività, selezionare l'ambiente 3D e quindi scegliere Project per iniziare con una scena vuota. In questo modo è possibile costruire liberamente il proprio ambiente di apprendimento e aggiungere gli oggetti, i personaggi e le informazioni necessari per la lezione.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

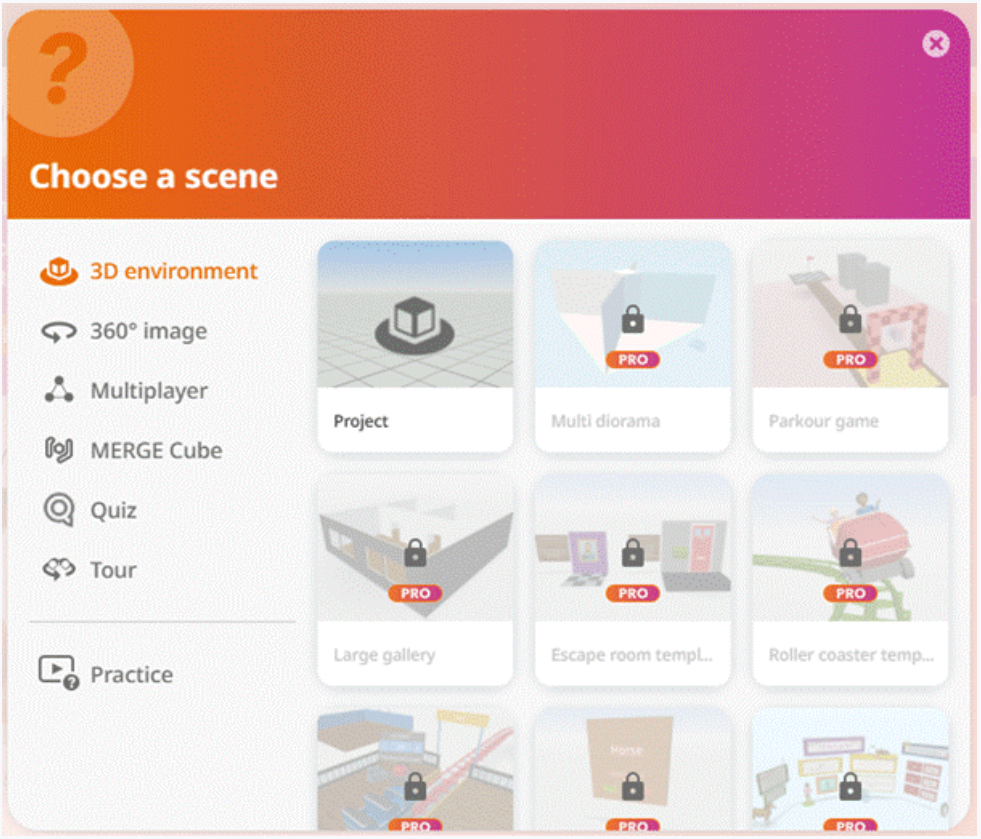


Figura 4. Scelta di una nuova scena 3D.

Passaggio 3: Abbozzare il layout

Costruire il layout principale prima di aggiungere i dettagli più piccoli. Definire un punto di partenza e stabilire dove sarà collocata ciascuna area di esplorazione. Lasciare spazio sufficiente affinché gli studenti possano muoversi senza urtare gli oggetti. Mission Mars presenta un punto centrale e quattro brevi percorsi, in modo che gli studenti possano sempre capire dove si trovano.

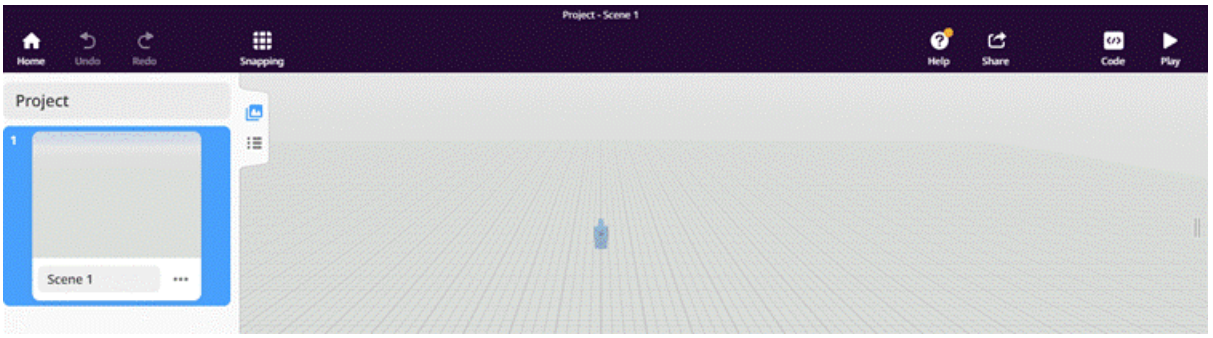


Figura 5. Pianificazione delle aree principali della scena

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

> 💡 **Suggerimento!**
>
> **Procedi in questo ordine:** pavimento e aree principali, oggetti di grandi dimensioni, percorsi, etichette e interazioni. Testa ogni fase prima di aggiungere ulteriori dettagli.

Passaggio 4: Scegliere l'ambientazione

Aprire le impostazioni della scena e scegliere uno sfondo coerente con l'argomento. È possibile utilizzare un'ambientazione già pronta oppure caricare un'immagine a 360°. Mission Mars utilizza un cielo scuro e un paesaggio marziano. Lo sfondo fornisce il contesto, ma non dovrebbe distrarre gli studenti dall'attività.

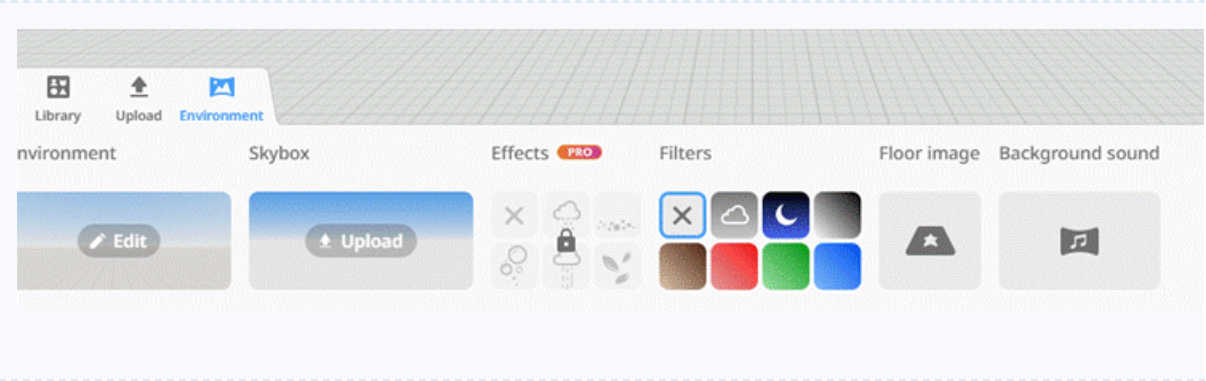


Figura 6. Scelta dello sfondo della scena.

Passaggio 5: Aggiungere oggetti dalla Library

Aprire la Library e trascinare un oggetto nella scena. Utilizzare i comandi per spostarlo, ruotarlo e ridimensionarlo. La Library contiene diversi tipi di oggetti adatti a forme semplici e utili per pavimenti, piattaforme, etichette e barriere.

- Trascinare un oggetto dalla Library nella scena.
- Spostarlo nell'area corretta e posizionarlo sul pavimento.
- Ruotarlo e ridimensionarlo utilizzando i comandi dell'oggetto.
- Cambiarne il colore o il materiale, se l'opzione è disponibile.
- Duplicarlo quando lo stesso oggetto è necessario in un'altra area.

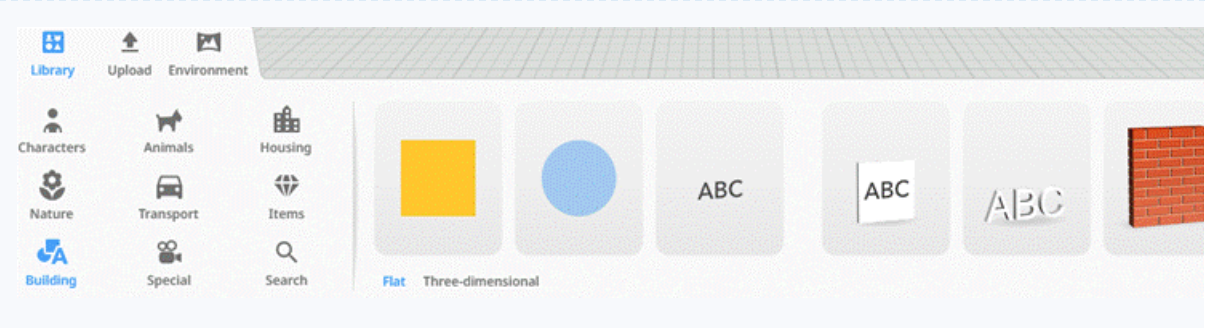


Figura 7. Aggiunta e modifica di un oggetto della Library.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Passaggio 6: Aggiungere un modello 3D esterno

Se la Library non contiene l'oggetto necessario o se si desidera includere oggetti aggiuntivi, aprire Upload Tab e importare un modello 3D, preferibilmente in formato GLB. Sketchfab è una possibile fonte per la ricerca di modelli 3D (https://sketchfab.com). Scaricare un modello soltanto quando la relativa licenza ne consente il riutilizzo. Mantenere il file di dimensioni contenute, perché un modello con troppi dettagli potrebbe caricarsi lentamente sui dispositivi degli studenti.

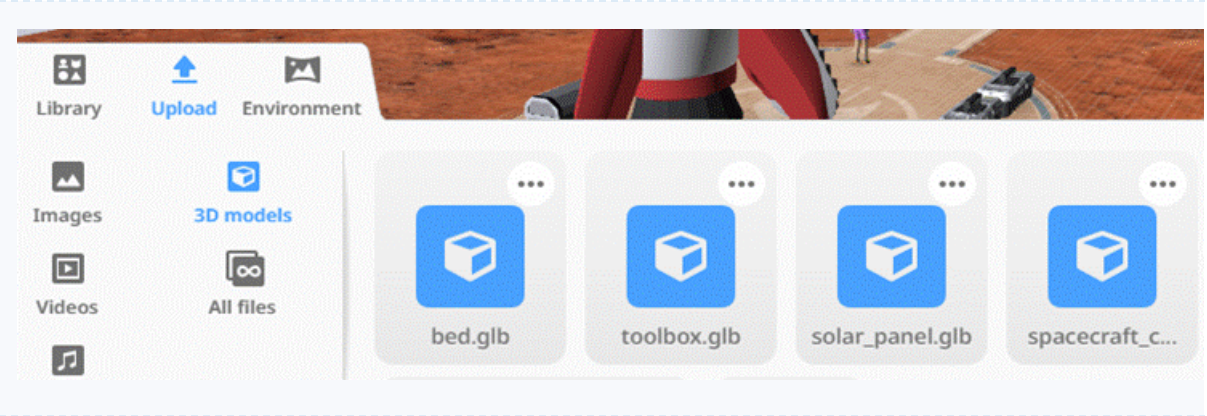


Figura 8. Caricamento di un modello 3D esterno.

Passaggio 7: Aggiungere immagini, video o audio

Un'altra risorsa può essere un'immagine o un breve video che spiega un processo. Anche l'audio può contribuire a creare l'ambientazione o fornire un'istruzione. Delightex accetta i formati immagine più comuni, GIF, video MP4 e audio MP3 o WAV. Utilizzare i contenuti multimediali soltanto quando aiutano gli studenti a comprendere la lezione. Siti di risorse gratuite come Pexels, Pixabay, Unsplash e Wikimedia Commons possono essere utili. Verificare la licenza di ogni file prima dell'uso e conservare nei documenti del progetto una nota con autore, titolo, link e licenza.

> 💡 **Suggerimento!**
>
> **Mantieni i file leggeri:** comprimi le immagini e utilizza video di breve durata. Attualmente Delightex consente file MP4 fino a **50 MB**. I file di dimensioni più ridotte si aprono in modo più affidabile sui dispositivi scolastici.

Passaggio 8: Creare la sequenza didattica con CoBlocks

Quando la scena è pronta, aprire CoBlocks facendo clic sull'icona Code sul lato destro dello schermo. Selezionare quindi il personaggio o l'oggetto da programmare. CoBlocks utilizza

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

blocchi visuali che possono essere trascinati e ordinati secondo la sequenza in cui devono avvenire le azioni, quindi non è richiesta alcuna esperienza precedente di programmazione. CoBlocks trasforma una scena 3D in un'attività didattica guidata, permettendo di presentare le informazioni gradualmente, indirizzare l'attenzione degli studenti e inserire domande per l'osservazione e la discussione. Utilizzare questi blocchi per decidere quando un personaggio deve parlare, quando deve comparire un pannello informativo e come il personaggio deve spostarsi da un punto all'altro.

Prima di condividere il progetto con la classe, la sequenza completa deve sempre essere testata in modalità Play facendo clic sull'icona Play sul lato destro dello schermo.

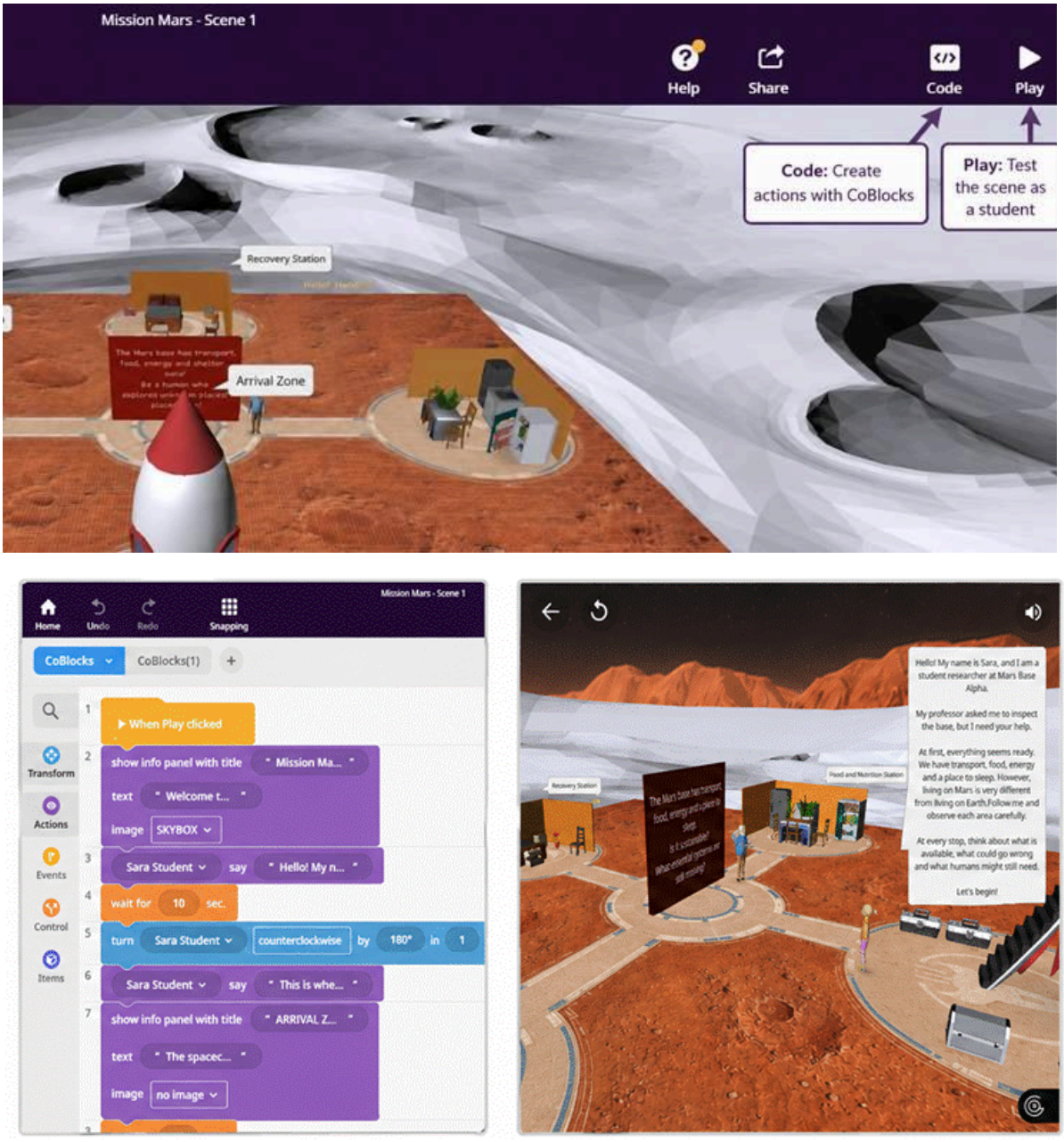


Figura 10. Creazione dei percorsi con CoBlocks e test della scena 3D

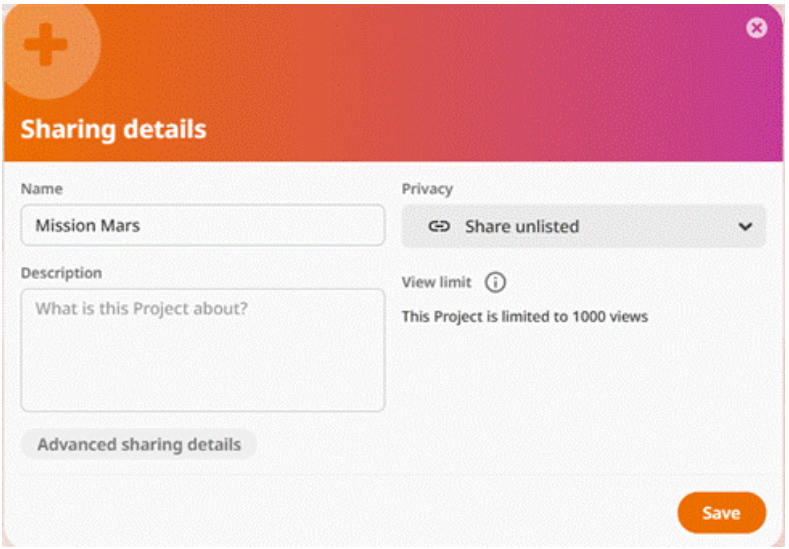
The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Passaggio 9: Condividere il progetto con gli studenti

Come ultimo passaggio, fare clic sull'icona Share nell'angolo in alto a destra dello schermo. Le opzioni visualizzate dipendono dal fatto che il progetto venga condiviso per la prima volta oppure sia già stato pubblicato.

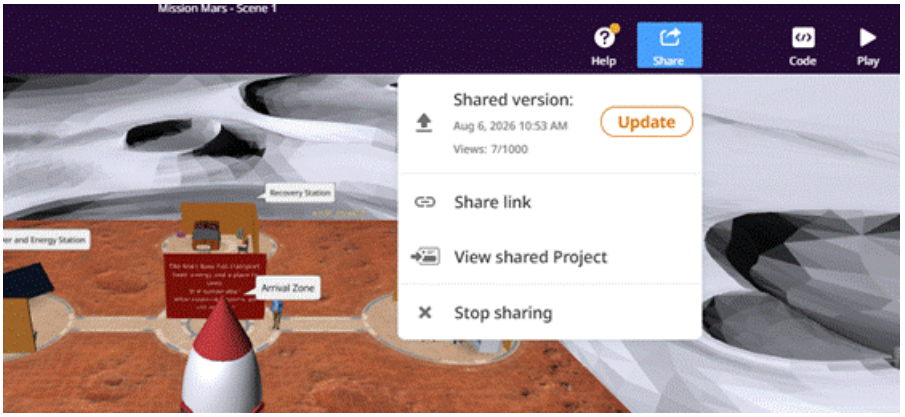
Prima condivisione

Aggiungere un titolo chiaro e una breve descrizione. Scegliere l'impostazione di privacy appropriata, quindi fare clic su Save.



Dopo aver apportato modifiche

Aprire nuovamente Share e fare clic su Update. In questo modo gli studenti riceveranno la versione più recente della scena.



Dopo aver salvato o aggiornato il progetto, aprire Share link e utilizzare il link di visualizzazione, il codice QR o l'opzione di assegnazione alla classe disponibile nel proprio account. Non copiare dal browser l'indirizzo privato dell'editor. Condividere insieme al link anche la domanda della lezione e il foglio per gli appunti degli studenti. Gli studenti possono esplorare l'attività individualmente o a coppie, in base ai dispositivi disponibili.

Erasmus+
Enriching lives, opening minds.
Co-funded by the European Union

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

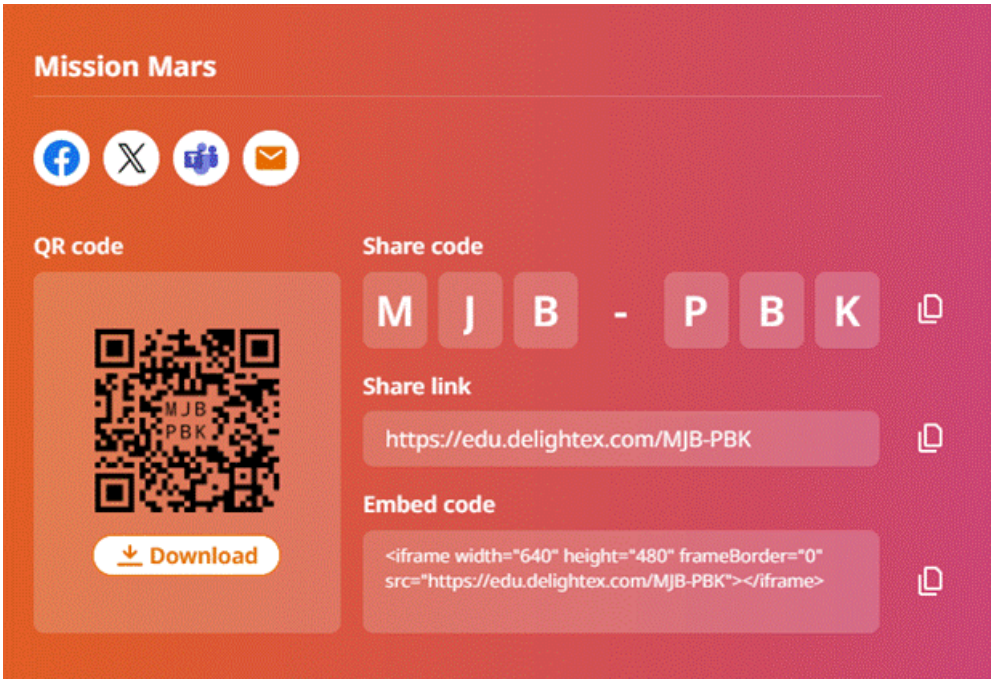


Figura 11. Condivisione del progetto completato.

12.6 Strumenti e risorse STEM-IT

Strumento didattico	Tecnologia	Uso in classe	Accesso
AR Tutor	Realtà aumentata	Gli studenti scansionano materiali didattici ed esplorano contenuti digitali	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.aetma.artutor3Chl=en/ https://apps.apple.com/gr/app/artutor4/id1573116812
VR Museum	Ambiente VR / 3D	Gli studenti esplorano una mostra virtuale attraverso sale guidate	https://metasteps.com/viewer/6a1ac46b-5e45-426f-a54a-4886bba730fa

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

EnergyLab VR	Simulazione di laboratorio virtuale	Gli studenti svolgono esperimenti virtuali su calore ed energia	http://platform.stem-it.eu/gest
SCP 3D Model Viewer	Visualizzatore di modelli 3D / VR	Gli studenti esplorano modelli 3D e pin informativi	https://stem-it.eu/scp-stem-it-3d-model-viewer
Delightex Edu	Ambiente 3D / VR interattivo	Gli studenti esplorano una base su Marte, individuano i sistemi mancanti e propongono soluzioni sostenibili.	https://edu.delightex.com/MJB-PBK

12.7 Conclusione

Questo capitolo ha presentato gli strumenti interattivi sviluppati nell'ambito del progetto STEM-IT e le modalità con cui possono essere utilizzati nell'insegnamento delle discipline STEM. Attraverso questi strumenti, i docenti possono sperimentare diverse applicazioni della realtà aumentata, della realtà virtuale e degli ambienti 3D in classe.
Ogni strumento offre un'esperienza di apprendimento diversa. Gli studenti possono scansionare materiali didattici aumentati, visitare mostre virtuali, partecipare a esperimenti virtuali ed esplorare modelli 3D. In questo modo, gli strumenti contribuiscono a rendere le lezioni STEM più visive, coinvolgenti e interessanti.
Il capitolo include inoltre una guida passo dopo passo per il primo utilizzo degli strumenti, con l'obiettivo di facilitarne un'integrazione graduale nella didattica, in base alle esigenze di ciascun corso.

The material of the project reflects only the author's views. The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission or the Hellenic National Agency cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.