

	Project funded by: Erasmus+ / Key Action 2 - Cooperation for innovation and the exchange of good practices, Strategic Partnerships for school education (European Commission, EACEA)
---	---

Erasmus+



Deliverable Number IO2

Deliverable Title **A2 Technical Guide for Trainers
(Trainer's Handbook)**Intellectual Output Title **Virtual 3D World per l'insegnamento della fisica**

Activity description Elaborazione della Guida tecnica per formatori, contenente le informazioni necessarie agli insegnanti per sfruttare la piattaforma di 3D e integrarla con successo nelle loro lezioni come strumento di supporto educativo.

Authors **CNR ITD, UCY, UPAT, CTE, New EDU, CTI**Status (D: draft; RD: revised draft; F: final) **F**

Date (versioning) v.1.3.20.11.2018.cte

Document History

Authors	Reviewer	Date	File suffix [Version.Revision]	Approval
CNR ITD	UPAT	19.04.2018	1.0	UPAT Yes
UCY	CTI	20.09.2018	1.1	CTI Yes
New EDU	CTI	25.10.2018	1.2	CTI Yes
CTI	CTE	20.11.2018	1.3	CTE Yes

Lista delle abbreviazioni

Abbreviation	Definition
MMOW	Massively Multiplayer Online World
WOP	World of Physics
NPC	Non-Player Character
IBSE	Inquiry Based Science Education

Indice

I Mondi Virtuali	6
I Mondi Virtuali per l'educazione	6
Il progetto WOP	7
Sviluppo degli scenari di apprendimento in WOP	9
Caratteristiche Tecniche	11
Creazione di un account WOP	11
Installazione e configurazione del viewer Firestorm	12
Download Firestorm Viewer	14
Installazione su computer Windows	15
Installazione su computer MAC	16
Installazione su computer Linux	16
Configurazione Firestorm per WOP	17
Accesso all'ambiente 3D WOP	18
Controlli di Base	19
Controllo di movimento e della videocamera	19
La barra dei menu di Firestorm Viewer è mostrata nella seguente figura	19
Panoramica sull'ambiente virtuale WOP	21
Le Aree principali	21
Laboratori Virtuali nell'ambiente WOP	23
Area 1: Meccanica	24
Moto Lineare	24
Le leggi di Newton	26
Area 2: Struttura della materia	33
Radiattività, radiazioni ionizzanti e rischi per la salute	33

Struttura dell'atomo	36
Area 3: Elettricità e magnetismo	39
Elettrificazione per contatto	39
Carica per induzione	41
Carica per frizione	43
Magnetizzazione per conduzione	46
Campo magnetico e corrente in un campo magnetico	47
Forza su una particella carica che si muove in un campo magnetico	51
Riferimenti	55

I Mondi Virtuali

I **mondi virtuali (massively multiplayer online world MMOW)** sono ambienti creati al computer con grafiche bi o tri-dimensionali in cui gli utenti che vi accedono possono, attraverso la creazione di un sé virtuale denominato *avatar*, vivere e sperimentare le possibilità offerte dall'ambiente da solo o interagendo con gli altri visitatori.

All'interno dell'ambiente è possibile sperimentare situazioni, entrare in contesti altrimenti impossibile da esperire, manipolare oggetti, entrare in contatto con persone nuove.

Questi ambienti possono riferirsi a mondi di fantasia o reali.

All'interno degli ambienti vi sono delle regole di comportamento da seguire.

La comunicazione tra utenti può essere testuale, vocale, gestuale ed in alcuni casi anche tattile.

I mondi virtuali sono nati inizialmente con scopi ludici, di gaming, ma negli ultimi anni è cresciuta la tendenza a progettare ambienti per la formazione, soprattutto in campo sanitario, e per la didattica.

I Mondi Virtuali per l'educazione

I mondi virtuali nel settore educativo costituiscono un importante strumento potente ed efficace per supportare i processi di insegnamento e apprendimento, in accordo con l'approccio costruttivista. In particolare, i mondi virtuali permettono di sperimentare situazioni specifiche all'interno di *setting* costruiti come scenari nei quali agire comportamenti da apprendere. L'apprendimento è il risultato di un'esperienza che viene agita sulla realtà circostante, manipolandola e osservando la maniera in cui essa reagisce e si modifica. Questo tipo di apprendimento "esperienziale" è il più naturale per l'uomo, rappresenta un modo "realistico" per condurre esperimenti educativi e simulazioni efficaci.

L'uso di mondi virtuali finalizzati alla sperimentazione della fisica può sembrare contraddittorio per una disciplina che si confronta con i fenomeni naturali reali, ma

essendo i mondi virtuali ambienti di apprendimento estremamente versatili offrono gli insegnanti la possibilità di preparare lezioni interattive, con contenuti multimediali in un ambiente coinvolgente, mentre gli studenti possono simulare e sperimentare anche fenomeni fisici complessi, che hanno il vantaggio di essere facilmente riproducibili.

Da un punto di vista educativo, i mondi virtuali sono un facilitatore motivazionale, gli studenti sono motivati, come per il gioco, a sperimentare, analizzare dati, creare modelli fisici, sono più propensi a "studiare" attraverso uno strumento che considerano "familiare" e "alla moda" utilizzando un linguaggio a loro vicino che gli consente di interagire dentro scenari basati sul coinvolgimento attivo. Infatti, la chiave dell'efficacia dei mondi virtuali è l'interattività, piuttosto che l'immersione. Questo significa semplicemente che gli studenti imparano facendo in un ambiente dove gli spazi trascendono i parametri di sicurezza o distanza. La facilità di navigazione nel mondo migliora l'esperienza dell'utente e migliora la motivazione all'apprendimento. Gli insegnanti ricoprono in modo più semplice il ruolo di facilitatori nel processo di scoperta e di risoluzione di problemi.

Il progetto WOP

Il Progetto "World-of-Physics: An innovative virtual reality educational environment for school physics education" (Agreement N.2016-1-Cy01-Ka201-017371) è stato finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma Erasmus +.

Obiettivo del progetto è supportare gli studenti nello studio della fisica.

L'ambiente di apprendimento adotta un approccio pedagogico che, attraverso la realtà virtuale 3D, offre opportunità educative coinvolgenti, divertenti ed efficaci. World of Physic (WoP) è un ambiente virtuale 3D progettato per aiutare gli studenti ad apprendere la fisica usando la strategia IBSE nei laboratori virtuali.

Secondo la teoria costruttivista di Jean Piaget [1] le persone costruiscono la propria conoscenza attraverso le esperienze e la rielaborazione interna che ogni individuo opera in relazione alle proprie sensazioni, conoscenze, credenze ed emozioni.

In questa prospettiva, anche il processo di apprendimento è frutto di una continua

interazione tra le informazioni da apprendere e l'interpretazione costruita a partire dalle conoscenze pregresse, dal contesto e dal significato personale che ad esse è attribuito. Molte strategie educative si basano sul principio del costruttivismo; una delle più efficaci per l'educazione scientifica è la strategia denominata Educazione Scientifica Basata sull'Investigazione (Inquiry Based Science Education - IBSE). Adottare tale modalità formativa consente agli studenti di sviluppare una comprensione degli aspetti scientifici del mondo attraverso lo sviluppo e l'uso delle capacità di indagine [2]. In particolare, l'IBSE basa [3] i suoi principi su alcune regole generali, in primo luogo sulla convinzione che lo studente è in grado di controllare il proprio processo di apprendimento lavorando come gli scienziati, eseguendo esperimenti, raccogliendo e analizzando i dati.

Le caratteristiche di questo processo di apprendimento sono quindi legate all'esplorazione dell'ambiente, al creare ipotesi da confutare attraverso la sperimentazione.

A partire da queste considerazioni è stato realizzato il progetto "World of Physics: un ambiente educativo di realtà virtuale innovativa per l'educazione della fisica" finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Erasmus +. Obiettivo del progetto è accompagnare gli studenti nello studio e nell'apprendimento della fisica attraverso nuove tecnologie educative. World of Physic (WoP) propone un ambiente virtuale interattivo 3D progettato per aiutare gli studenti ad apprendere la fisica utilizzando la strategia IBSE e i laboratori virtuali.

Gli studenti hanno l'opportunità di: visitare i laboratori virtuali di WoP, svolgere esperimenti, esplorare procedure e fenomeni e approfondire la conoscenza attraverso contenuti e risorse educative. Nei laboratori virtuali possono anche investigare fenomeni non osservabili, conducendo esperimenti impossibili nel contesto reale [8]. Inoltre, gli studenti hanno a disposizione "personaggi non giocatori" che li aiuteranno nell'analisi e comprensione dei fenomeni fisici simulati nel mondo virtuale.

I risultati descritti nel rapporto "Educazione fisica nelle scuole di istruzione secondaria in Europa" [4], realizzato nell'ambito del progetto World of Physics,

mettono in evidenza che gli studenti in Europa hanno un sensibile calo dell'interesse per gli studi scientifici e hanno una conoscenza molto bassa sia in fisica che in matematica, non amano leggere libri di scienza nel tempo libero e la considerano noiosa. I risultati di tale report evidenziano l'importanza e la valenza educativa della creazione di ambienti di apprendimento virtuali 3D, poiché possono motivare gli studenti attraverso esperienze di studio innovative e accattivanti. Inoltre, i mondi virtuali incoraggiano l'empowerment degli studenti attraverso una maggiore interattività e modalità di apprendimento più costruttive [5] [6].

Sviluppo degli scenari di apprendimento in WOP

Lo sviluppo del percorso formativo di ciascun scenario del mondo virtuale WOP ha richiesto la collaborazione di numerosi esperti e ruoli professionali come: esperti di fisica, esperti pedagogici, sviluppatori di software e insegnanti.

Per favorire un'efficace collaborazione tra i vari esperti, sono stati utilizzati alcuni modelli per standardizzare ogni fase dello sviluppo. Ogni esperto, coinvolto nella fase di progettazione, è stato inizialmente addestrato all'utilizzo dei mondi virtuali e delle loro risorse. OpenSimulator consente una facile integrazione di varie risorse educative, come ad esempio:

- ❖ Slideshows;
- ❖ Notecards;
- ❖ Quizzes;
- ❖ Personaggio non Giocatore (NPC);
- ❖ Presentazioni multimediali;
- ❖ Simulazioni 2D;
- ❖ Simulazioni 3D.

Il modello utilizzato per descrivere gli scenari è composto dalle seguenti sezioni:

- **Introduzione:** identificazione degli obiettivi di apprendimento e dei prerequisiti dello studente al fine di completare lo scenario;
- **Ambienti:** descrizioni degli ambienti presenti nel mondo virtuale, dei laboratori e degli oggetti richiesti per gli esperimenti.
- **Elenco delle attività:** un elenco contenente tutte le attività presenti nello scenario. Le attività possono essere semplici risorse educative (come note, diapositive, quiz) o presentazioni multimediali e laboratori virtuali in modalità 2D o 3D. Per ogni risorsa educativa prodotta (notecard, slide-show, quiz o presentazione multimediale), è stato sviluppato un modello specifico che deve essere validato dagli insegnanti e dai pedagogisti.
- **Descrizione delle attività di laboratorio e modello pedagogico:** questa sezione descrive in modo formale l'attività che l'utente deve svolgere all'interno dello scenario e il modello pedagogico su cui si basa l'attività. In particolare, questa sezione contiene: descrizione dei laboratori virtuali e oggetti presenti in essi descrizione sull'interazione tra oggetti e utenti, una spiegazione sulle leggi fisiche sperimentate in laboratorio.

Tutti i documenti sviluppati dagli insegnanti e dai pedagogisti sono sottoposti per la convalida agli esperti di fisica che possono proporre alcune modifiche. Infine, i documenti convalidati vengono trasferiti agli sviluppatori per la creazione dell'ambiente virtuale con le meccaniche di gioco più appropriate [9]. Una volta completata la fase di sviluppo del software, l'ambiente 3D viene nuovamente convalidato dall'esperto di fisica per verificare che i fenomeni fisici simulati siano equivalenti a quelli reali; infine, viene richiesta un'ulteriore convalida da parte degli insegnanti e dei pedagogisti. Il ciclo di sviluppo dello scenario termina quando tutte le modifiche proposte sono implementate.

Caratteristiche Tecniche

Creazione di un account WOP

Per creare un account basta connettersi al sito [link](http://wopvr4stem.sch.gr:9000/wifi) <http://wopvr4stem.sch.gr:9000/wifi> (in basso la schemata della pagina).

The screenshot shows the homepage of the WorldOfPhysics virtual world. The page has a dark background with a central graphic of four orange spheres of varying sizes. The text 'virtual world' is in the top left, and 'WorldOfPhysics' is in a large font in the center. On the right, there is a 'Main menu' with 'HOME' and 'CREATE ACCOUNT' options. Below that is a 'Login' section with input fields for 'FIRST NAME', 'LAST NAME', and a password field, followed by 'login' and 'forgot password' buttons. A 'Links' section lists 'Singularity', 'Firestorm', 'Kokua', 'OpenSimulator', and 'Diva Distro (D2)'. At the bottom, it displays statistics: 'Users in World: 1', 'Regions: 5', 'Total Users: 144', and 'Active Users (Last 30 Days): 37'. The login URI is 'http://wopvr4stem.sch.gr:9000' and there is a 'Terms of Service' link. Logos for 'Diva Wifi' and 'Powered by Open Simulator' are also present.

virtual world

WorldOfPhysics

Main menu

- HOME
- CREATE ACCOUNT

Login

FIRST NAME

LAST NAME

.....

login

forgot password

Links

- Singularity
- Firestorm
- Kokua
- OpenSimulator
- Diva Distro (D2)

Users in World: 1 Regions: 5 Total Users: 144
Active Users (Last 30 Days): 37

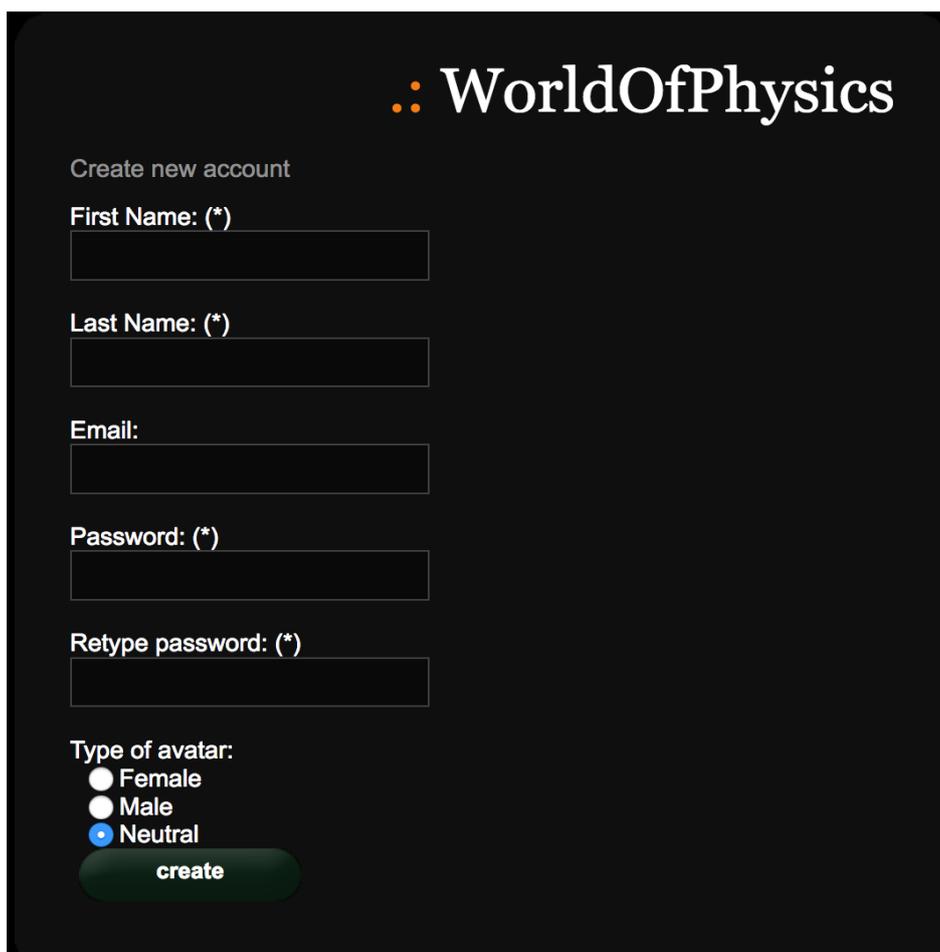
LoginURI <http://wopvr4stem.sch.gr:9000>
[Terms of Service](#)

Web design © Crista Lopes and Marck. Distributed under [Creative Commons](#).

Diva Wifi

Powered by Open Simulator

Cliccando su "Crea un Account", che si trova in alto a destra del menù principale, si aprirà la seguente scheda da compilare:



WorldOfPhysics

Create new account

First Name: (*)

Last Name: (*)

Email:

Password: (*)

Retype password: (*)

Type of avatar:

Female

Male

Neutral

create

I dati da inserire sono il nome, il cognome, l'indirizzo email e una password; inoltre, all'utente viene chiesto di inserire il sesso dell'avatar che verrà creato nel mondo virtuale. Facendo clic sul pulsante "crea", il nuovo account verrà inizializzato (il nome utente del nuovo account è dato da "nome cognome").

Installazione e configurazione del viewer Firestorm

Il mondo virtuale di World of Physics è accessibile tramite un visualizzatore. Il software "Firestorm Viewer" è stato tra i vari visualizzatori di mondi virtuali 3D, in quanto in grado di soddisfare le esigenze dell'ambiente WOP. Firestorm è un

progetto open source sviluppato dal gruppo "Phoenix Firestorm Project" ed è basato sul codice di Linden Lab (società che ha sviluppato Second Life). Tra le principali caratteristiche di Firestorm troviamo:

- Un sistema operativo conforme a Windows, Linux e Mac OS X,
- Semplicità e facile personalizzazione dell'interfaccia utente
- Velocità di esecuzione
- Robustezza.

Nel capitolo seguente verrà presentata la procedura per l'installazione e la configurazione dell'ambiente WOP sul Firestorm Viewer.

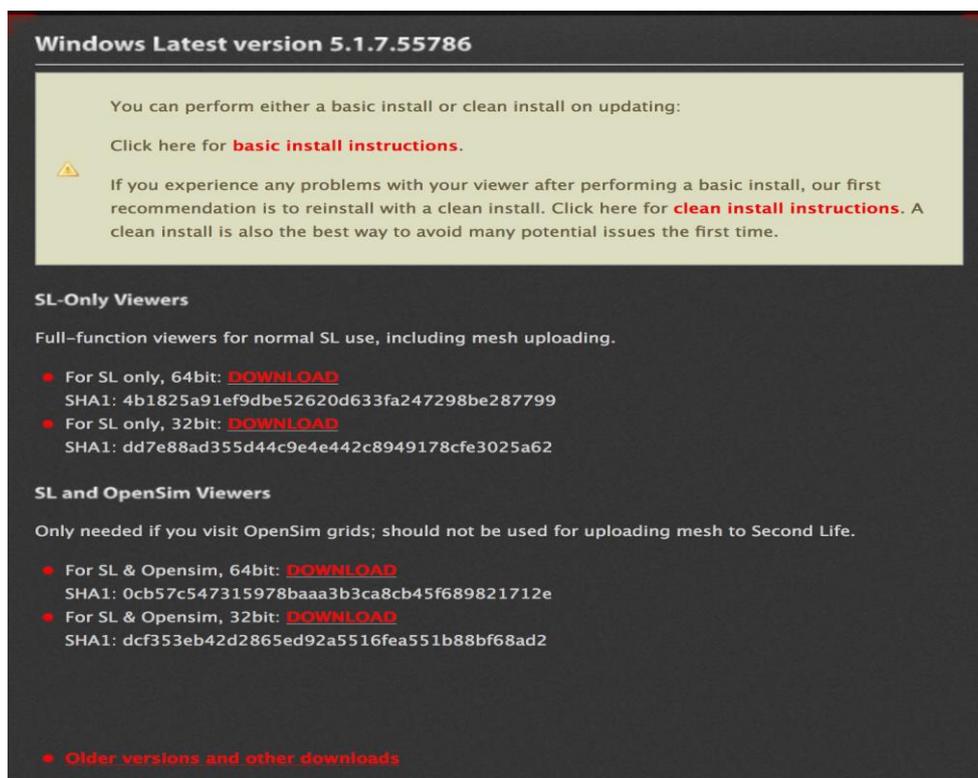
Download Firestorm Viewer

Il programma Firestorm Viewer può essere scaricato nel sito:

<http://www.firestormviewer.org/downloads/>

The screenshot shows the Firestorm Viewer website. At the top, there is a navigation menu with links for Home, About, Join Second Life™, Downloads (highlighted in red), Contact Us, Wiki, Classes, and Jira. A search bar is located on the right side of the menu. Below the navigation, the current version is listed as 5.1.7.55786. The main content area is titled "Choose your Operating System" and features three columns: Windows (with the Windows logo), Mac (with the Apple logo), and Linux (with the Tux penguin logo). To the right of the main content, there are sections for "follow us!" with social media icons (RSS, Twitter, Facebook, YouTube, LinkedIn, etc.) and "customize it!" with a grid of colored icons. Below the main content, there are two "Advertisement" blocks, each with a "Report this ad" link and a "Why this ad?" link. The footer contains links for Jira, Wiki, Privacy Policy, Support, Contact Us, and Create Account, along with the copyright notice: © 2018 Firestorm Viewer - The Phoenix Firestorm Project Inc.

Cliccando sull'icona del sistema operativo corrispondente, si apre la pagina per il download del programma (nell'immagine si può vedere la schermata della pagina per il download):



Scaricare SL & OpenSim version.

Installazione su computer Windows

Start the downloaded installation program. The 32-bit installer will offer you the

Avviare il programma di installazione scaricato. Il programma di installazione a 32 bit offrirà la possibilità di cambiare la directory di destinazione; Il programma di installazione a 64 bit mostra la destinazione quando si clicca sul pulsante Opzioni. Il programma di installazione creerà un'icona di collegamento sul desktop.

Nota: il programma di installazione a 32 bit offre un'opzione per avviare il Viewer al termine; per favore scegliere No. Scegliere Sì tende a causare problemi in alcuni computer al momento di arrestare il Viewer.

Installazione su computer MAC

Dal file .dmg appena scaricato e fare doppio clic per attivarlo. Quindi trascinare l'icona dell'app Firestorm nella cartella Applicazioni. Nel caso siano necessarie maggiori istruzioni basterà visionare il seguente sito:

<http://www.ofzenandcomputing.com/how-to-install-dmg-files-mac/>

Nota: il software Apple Gatekeeper potrebbe inizialmente impedire l'apertura del Viewer a seconda delle impostazioni di Gatekeeper. Se così fosse c'è un modo semplice per cambiarlo: basterà vedere le istruzioni "Come aprire un'app da uno sviluppatore non identificato" in questa pagina

<https://support.apple.com/en-us/HT202491>.

Una volta abilitato firestorm ad essere aperto utilizzando questo metodo, Gatekeeper non richiederà ad un successive avvio (fino a quando non reinstalli nuovamente Firestorm).

Installazione su computer Linux

Estra il file tar.bz2 o tar.xz, precedentemente scaricato, in una directory e fai partire lo script di installazione

Se stai installando su una macchina linux a 64 bit, dovrai installare alcune librerie a 32 bit. In questa pagina troverai i riferimenti

https://wiki.phoenixviewer.com/32-bit_viewer_in_64-bit_linux

e le indicazioni sulle librerie compatibili richieste.

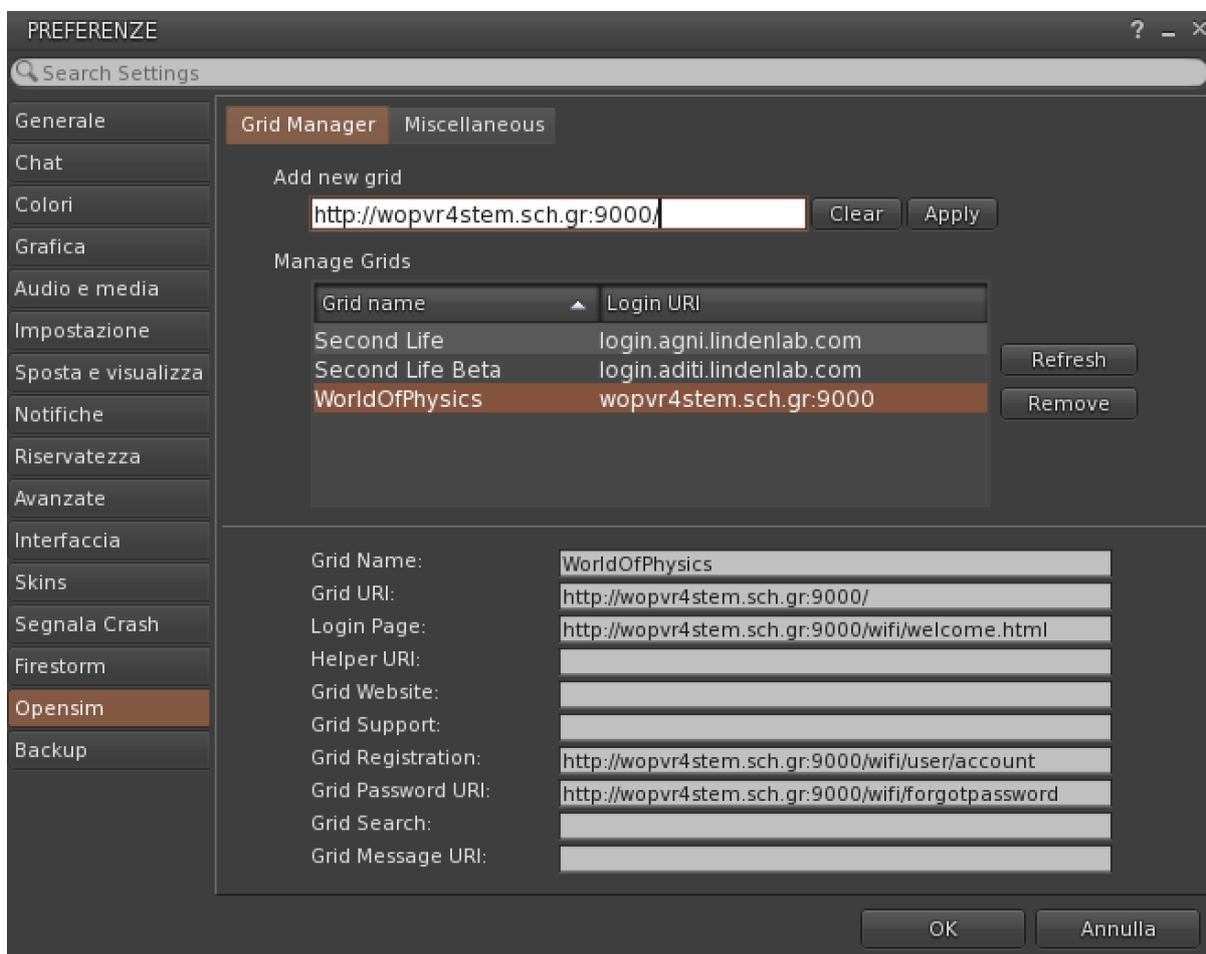
Se utilizza Nautilus File Manager e fai doppio-click sullo script di installazione di firestorm, lo script si aprirà in un editor; dovrai quindi cambiare il modo in cui Nautilus gestisce lo script per farlo eseguire.

Configurazione Firestorm per WOP

Una volta scaricato, installato e fatto partire il Viewer firestorm, dovrai aggiungere alcune informazioni per configurare l'ambiente WOP. Click su Viewer -> Preferences -> Open Sim menu e aggiungi una nuova grid che ha il seguente indirizzo:

<http://wopvr4stem.sch.gr:9000>

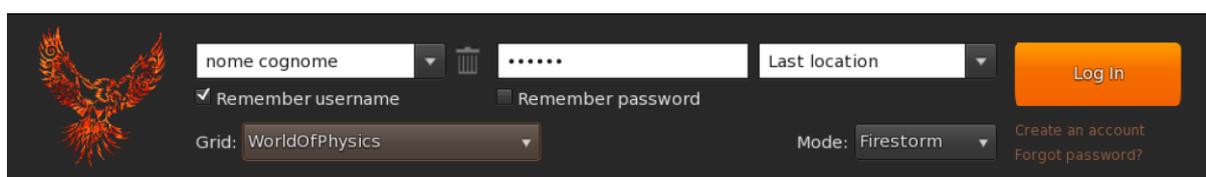
Come mostrato nello snapshot che segue:



Tutte le informazioni verranno automaticamente caricate.

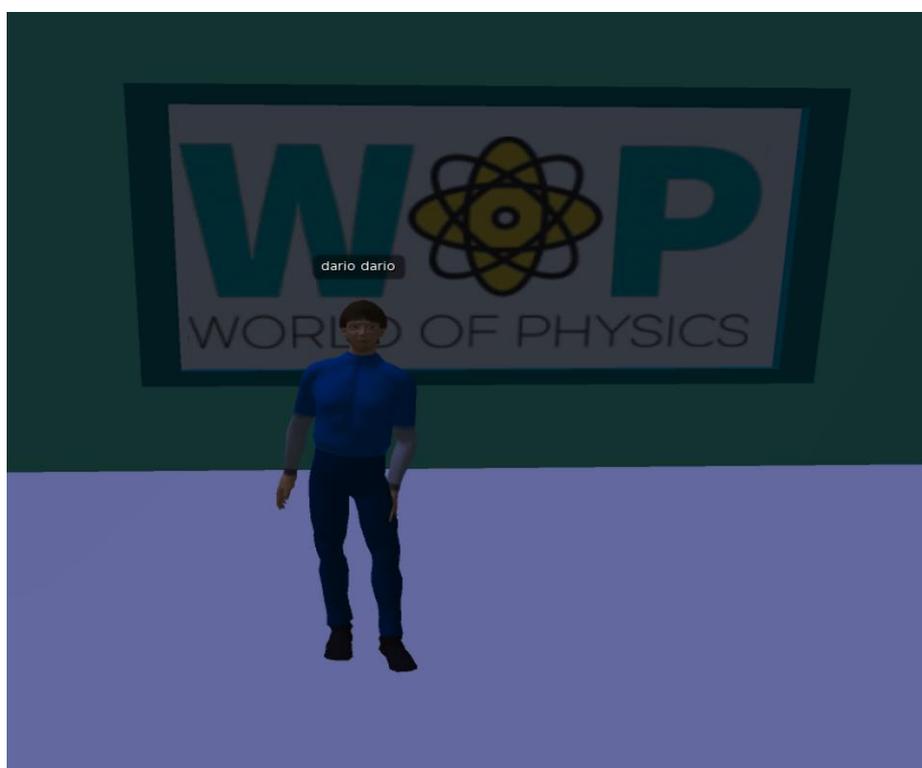
Accesso all'ambiente 3D WOP

Per accedere all'ambiente 3D di WOP, basta aprire il Viewer Firestorm e riempire la sezione in basso della schermata principale (guarda l'immagine seguente).



The screenshot shows the login interface of the World of Physics (WOP) environment. On the left is a stylized orange eagle logo. The main area contains a login form with the following elements: a text input field for 'nome cognome' (username) with a dropdown arrow, a password input field with a trash icon and masked characters '*****', and a 'Last location' dropdown menu. Below these are two checkboxes: 'Remember username' (checked) and 'Remember password' (unchecked). To the right is an orange 'Log In' button. At the bottom left, there is a 'Grid:' dropdown menu currently set to 'WorldOfPhysics'. At the bottom right, there is a 'Mode:' dropdown menu set to 'Firestorm' and two links: 'Create an account' and 'Forgot password?'.

Nel campo username, si deve inserire il nome proprio seguito dal cognome che sono stati scelti durante la registrazione dell'account; mentre nel campo password bisogna inserire la password scelta. Infine nel combobox contenente la GRID si deve selezionare la GRID denominate "**World of Physics**" e successivamente premere il tasto Log In.



Controlli di Base

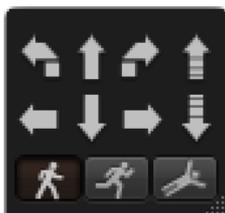
Di seguito sono riportate le funzioni di base dell'utente per consentire l'interazione dell'Avatar con il mondo 3D.

Controllo di movimento e della videocamera

La barra dei menu di Firestorm Viewer è mostrata nella seguente figura



By clicking on the icon marked with the red dot, a small window will be opened, with the movement control (see the figure below).



La finestra può essere trascinata in qualsiasi area dello schermo selezionandola con il tasto sinistro del mouse e trascinandola dove desiderato.

Cliccando sulle frecce della finestra di controllo con il mouse puoi spostare l'avatar a destra, a sinistra, avanti e indietro. Puoi anche girarlo a destra, a sinistra o farlo saltare e abbassare.

Nella finestra ci sono 3 tasti speciali che raffigurano un uomo che cammina, corre o vola; cliccando su questi pulsanti l'avatar eseguirà l'azione selezionata. Inoltre tramite questa finestra è possibile attivare il movimento dell'avatar. Di seguito è riportato il dettaglio dei tasti:

Tasto	Movimento	Equivalent
W	Avanti	Freccia sù
A	Gira a Sinistra	Freccia Sinistra
Shift-A	Muoviti a Sinistra	Shift + freccia Sinistra
S	Indietro	Freccia Giù
D	Gira a Destra	Freccia Destra
Shift-D	Muoviti a Destra	Shift + Freccia Destra
E	Salta	PgUp
C	Siediti	PgDn
F	Vola	Home

Per abilitare la corsa è anche possibile pressare il tasto CTRL-R; per toranre a camminare basta premere nuovamen te CTRL-R.

Il mouse può essere usato per cambiare il punto in cui appare il tuo avatar. Sposta il mouse in un'area del mondo virtuale, lo sguardo dell'avatar sarà diretto verso quell'area e di conseguenza anche la scena.

Panoramica sull'ambiente virtuale WOP

Le Aree principali

Il mondo WOP è stato creato come una terra divisa in 3 aree principali (Meccanica, Struttura della materia, Elettricità e magnetismo). Ogni area è stata progettata per offrire agli studenti l'opportunità di scoprire, esplorare e apprendere concetti di fisica in modo divertente e divertente. Sotto è riportata una tabella che mostra le aree sviluppate e gli argomenti di Fisica ad esse correlata.

Area 1 - Mechanics	Area 2 - Structure of matter	Area 3 - Electricity and magnetism
Movimento lineare (velocità, accelerazione, vettori e scalari)	Elettrone	Elettrificazione per contatto e induzione
Le leggi del moto di Newton (forza, quantità di moto)	Emissione termionica	Distribuzione della carica sui conduttori
Gravità	Emissione fotoelettrica	Forza tra le cariche
Conservazione della quantità di moto	Raggi-X	Campi elettrici, energia elettrica, differenza potenziale
Momento - condizioni per l'equilibrio	Struttura dell'atomo	Condensatori e capacità
Forza lavoro	Struttura del nucleo	Momento - condizioni per l'equilibrio
Energia (conversione, principio di conservazione, potenza)	Radioattività, Radiazioni ionizzanti e rischi per la salute	Resistenza ed effetto della corrente elettrica
Oscillazioni e onde	Energia nucleare	Campi magnetici e corrente in un campo magnetico
Gas (densità e pressione)	Quark e il Modello Standard	Induzione elettromagnetica

		Luce
--	--	------

Per ciascuno di questi argomenti è stato sviluppato uno scenario di apprendimento (un esempio di scenario è riportato nella sezione 3 di questo manuale. Ogni scenario include uno o più laboratori virtuali in cui lo studente può addestrare le sue conoscenze e competenze attraverso il modello esperienziale IBSE.

Laboratori Virtuali nell'ambiente WOP

In questa sezione sono descritti i laboratori virtuali presenti nelle aree dell'ambiente WOP. Per ogni laboratorio sono specificati: l'obiettivo educativo, i prerequisiti per affrontare l'attività educativa e le interazioni che l'avatar può avere con l'ambiente che lo circonda. Per una panoramica dettagliata dell'attività, si può fare riferimento ai video pubblicati su youtube nel canale dedicato al progetto.



Area 1: Meccanica

Di seguito il link ad un video che mostra il laboratorio del mondo della Meccanica:

<https://www.youtube.com/watch?v=5pYu51bG4CM>

Moto Lineare

Obiettivi Formativi:

- Le quantità scalari di "tempo" e "distanza" e le loro unità di misura.
- La quantità vettoriale di "spostamento" (cambio di posizione) e la sua differenza da "distanza".
- Velocità scalare e vettoriale. Definizione, formule e unità di misura. Movimento a velocità costante.
- "Accelerazione". Movimento con cambio di velocità. Velocità media.

Prerequisite per l'apprendimento di questo scenario.

- avere familiarità con i seguenti argomenti di fisica: Vettori, Scalari, Unità, Misura e Movimento.
- avere un livello di esperienza di base negli ambienti 3DVW.
- aver completato i seguenti scenari prima di giocare questo scenario:

Di seguito l'elenco delle attività di apprendimento e dei materiali disponibili in questo laboratorio

Nome	Descrizione Breve	Tipo
Coppia di anziani	Coppia di anziani che passeggiano	<i>NPC</i>
Ragazzo Adolescente	Un giovane ragazzo che gioca con il suo skateboard con un'altro amico sui pattini a rotelle.	<i>NPC</i>
Signora joggings	Una giovane donna che fa joggings	<i>NPC</i>
Orologio Digitale	Un orologio digitale che mostra I secondi	<i>Oggetto</i>
Un bambino con una macchinina giocattolo ed una piccola pista ovale.	Il bambino controllo la macchinina sulla pista ovale..	<i>NPC e Oggetto</i>
Smartphone/ Tablet	Smartphone/Tablet	<i>Presentazione</i>
Quiz	Un quiz teorico su velocità, moto e accelerazione.	<i>Valutazione</i>

L'avatar visita il parco e si siede su una panchina con il suo smartphone/ tablet. Mentre legge la presentazione sulla teoria della velocità vicino a lui passano i seguenti NPC e oggetti: due giovani ragazzi su rollerblade e skateboard, una coppia di anziani che cammina, una signora che fa jogging e un bambino che gioca con una macchinina. L'obiettivo dello scenario è osservare da vicino il movimento di questi NPC e oggetti e poi riempire un quiz che farà domande sulla loro mozione. Il quiz verrà richiesto all'utente verso la fine dello scenario.

Le leggi di Newton

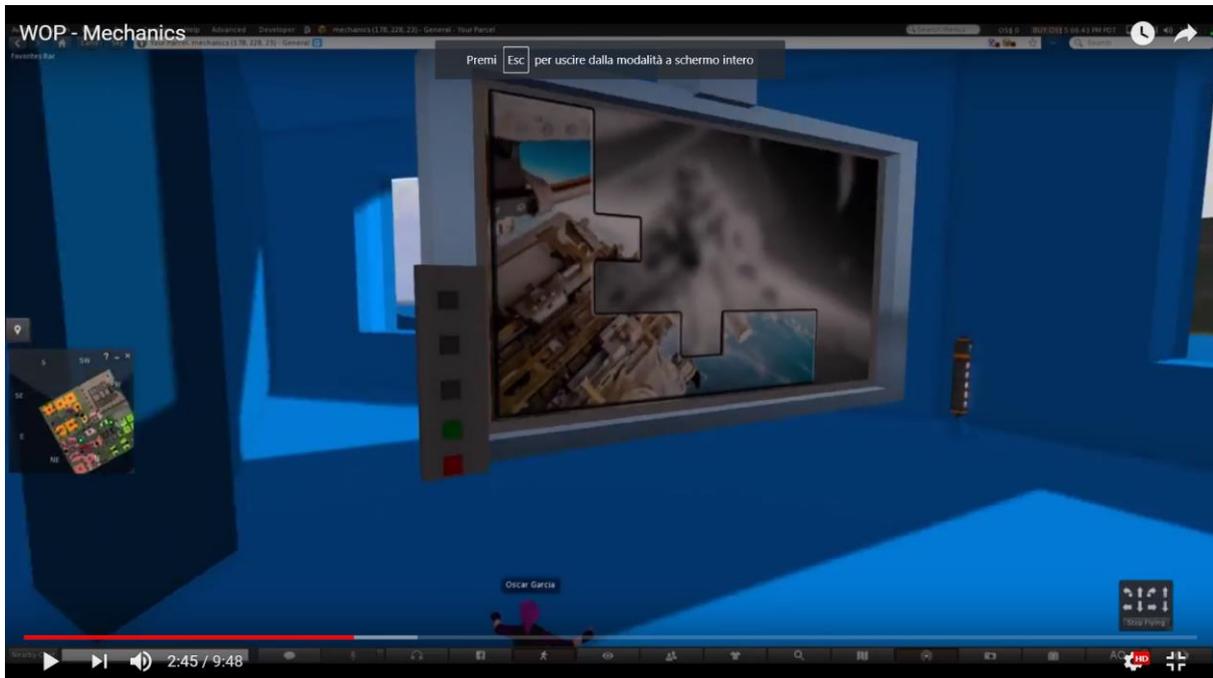
Obiettivi di apprendimento

- Prima legge di Newton. Massa, Inerzia e forza netta
- Seconda Legge di Newton. La forza causa accelerazione. Massa resistenza. Frizione resistenza.
- La terza legge di Newton. Azione e reazione.

Prerequisiti per completare lo scenario:

- Familiarità con i seguenti argomenti di fisica: Vettori, Scalari, Unità di misura, Moto.
- Esperienza di utilizzo del mondo virtuale 3D.

La posizione di questo scenario è una grande stanza. L'avatar dello studente eseguirà esperimenti per la 1° e 3° legge del moto ed effettuerà diverse simulazioni per la 2° legge del moto. Per ogni esperimento e simulazione, all'avatar sarà richiesto di visualizzare una presentazione, quindi fare l'esperimento o eseguire la simulazione e infine completare un quiz. Completando con successo i compiti e il quiz per ciascuna delle leggi, l'avatar riceverà un pezzo del puzzle per l'enigma della Stazione Spaziale Internazionale (vedi la figura sotto).



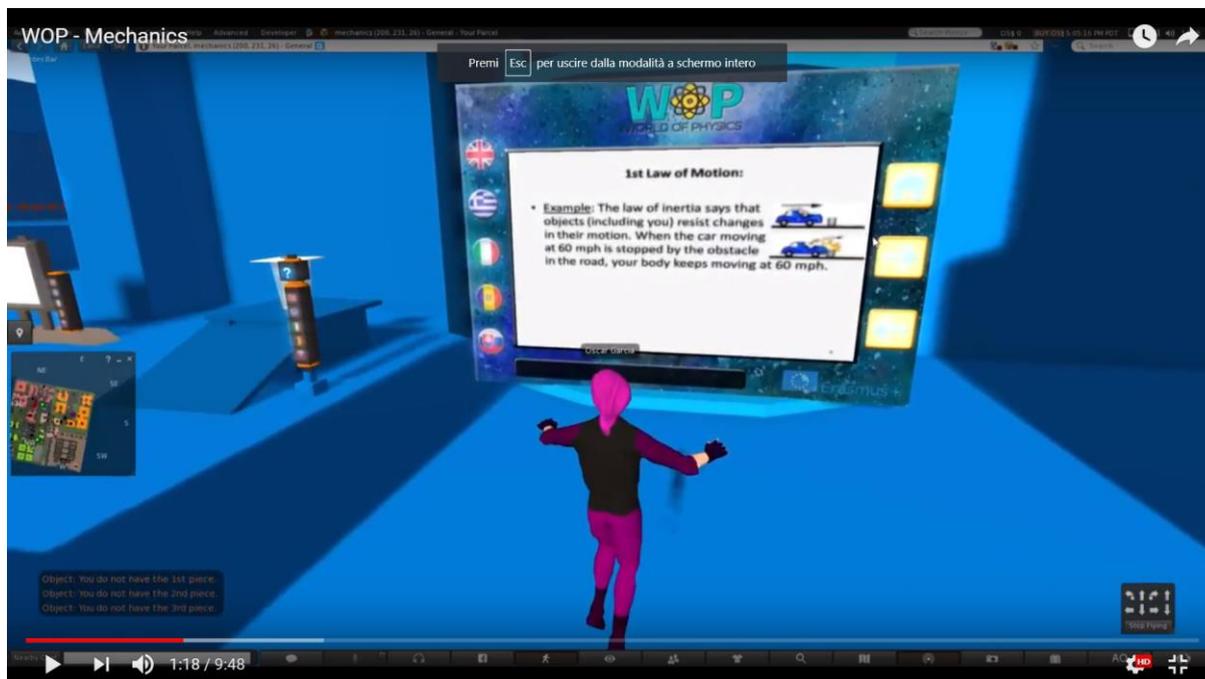
Ci sarà un muro all'interno di questa impostazione, dove il puzzle sarà incastrato insieme. Lo studente avrà bisogno di tutti e 3 i pezzi (1 per ogni legge), al fine di completare il puzzle e quindi ricevere una ricompensa e avanzare al prossimo argomento.

Di seguito la lista delle learning activity e dei materiali presenti nel laboratorio.

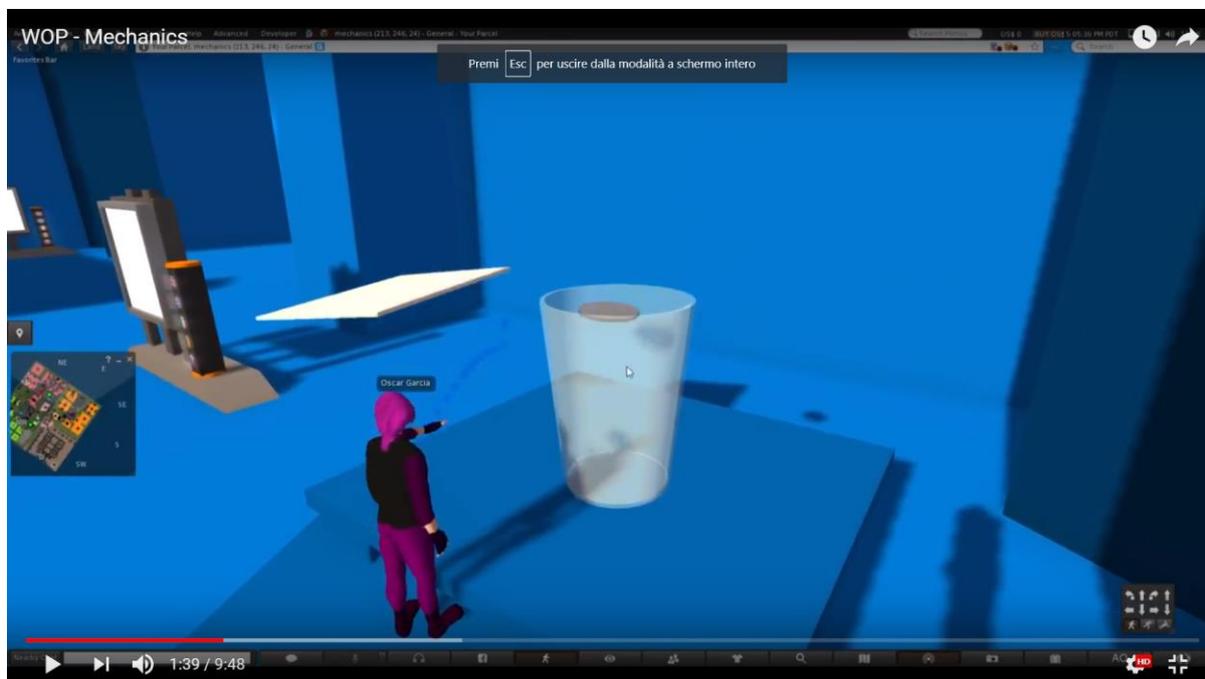
Nome	Descrizione Breve	Tipologia
1° Legge	Breve presentazione sulla 1° legge di Newton	<i>Presentazione</i>
Esperimento sull'inerzia	Esperimento della moneta e del bicchiere	<i>Attività 3D</i>
Quiz	Quiz sulla prima legge di Newton	<i>Valutazione</i>
2° Legge	Breve presentazione sulla 2° legge di Newton	<i>Presentazione</i>
Test dell'interazione	Simulazione 2D sull'effetto delle forze	<i>Attività 2D</i>
Quiz	Quiz sulla seconda legge di Newton	<i>Valutazione</i>
3 rd Legge	Breve presentazione sulla 3° legge di Newton	<i>Presentazione</i>
Esperimento sulla azione reazione	Esperimento della slitta metallica	<i>Attività 3D</i>
Quiz	Quiz sulla terza legge di Newton	Quiz

L'avatar verrà informato attraverso una notecard la necessità di visitare la stanza di Sir Isaac Newton e costruire il puzzle della Stazione Spaziale Internazionale.

Negli angoli della stanza di Sir Isaac Newton c'è una bandiera con la scritta "1° Legge". L'avatar dovrà visualizzare la presentazione della prima legge prima di eseguire l'esperimento.



L'esperimento per la 1^o legge di Newton è **La moneta che cade**.



Una volta che l'avatar completa l'esperimento e supera il quiz sulla prima legge, riceve il primo pezzo del puzzle. Quindi, l'avatar posizionerà il pezzo sul muro in cui verrà costruito insieme il puzzle. Quando il pezzo del puzzle si inserisce nel puzzle

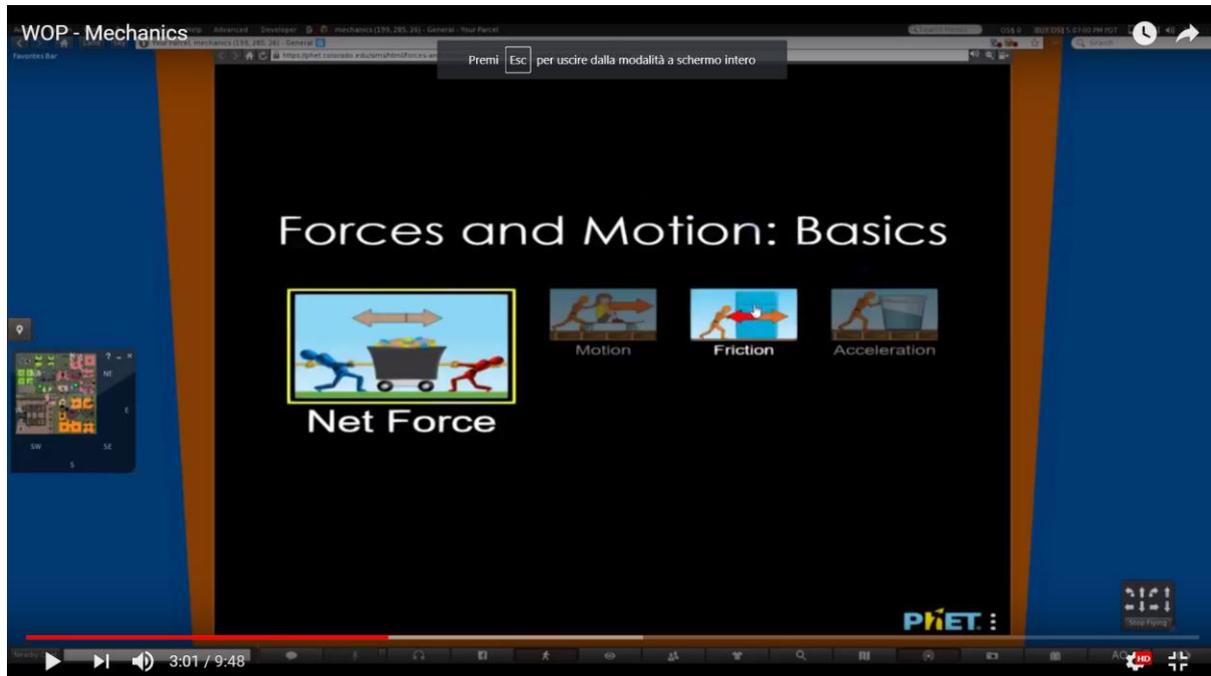
complessivo, l'avatar riceve un messaggio con l'indicazione di procedere e completare le attività per la 2° Legge per ottenere il prossimo pezzo del puzzle.

In un altro angolo della stanza di Sir Isaac Newton, c'è una bandiera su cui è scritta la "seconda legge". L'avatar dovrà visualizzare la presentazione sulla seconda legge prima di eseguire le simulazioni.

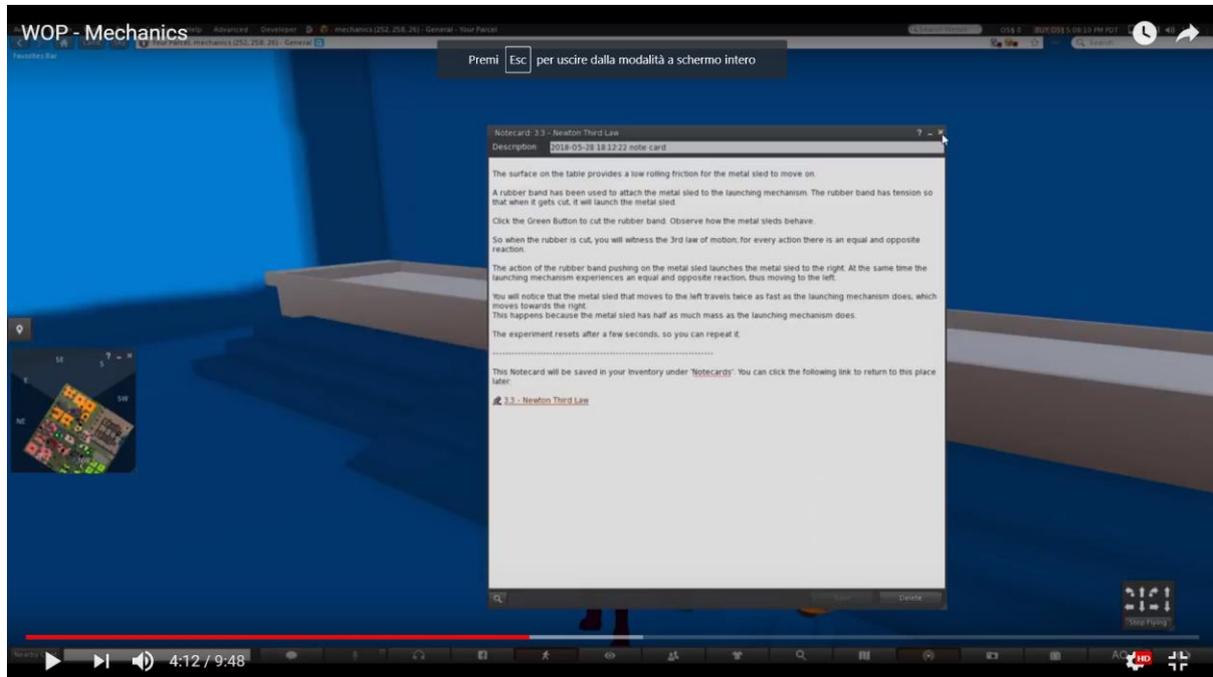


Ci sono 4 simulazioni che l'avatar dovrà eseguire:

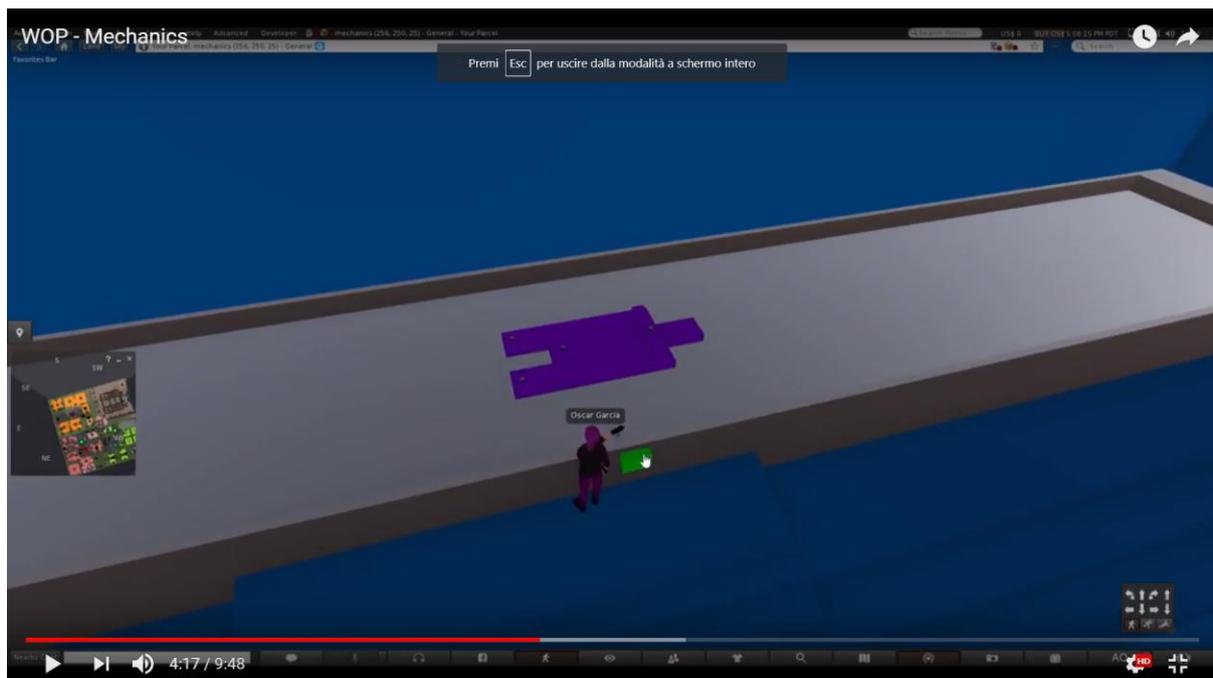
1. **Forza netta;**
2. **Moto;**
3. **Attrito;**
4. **Accelerazione.**

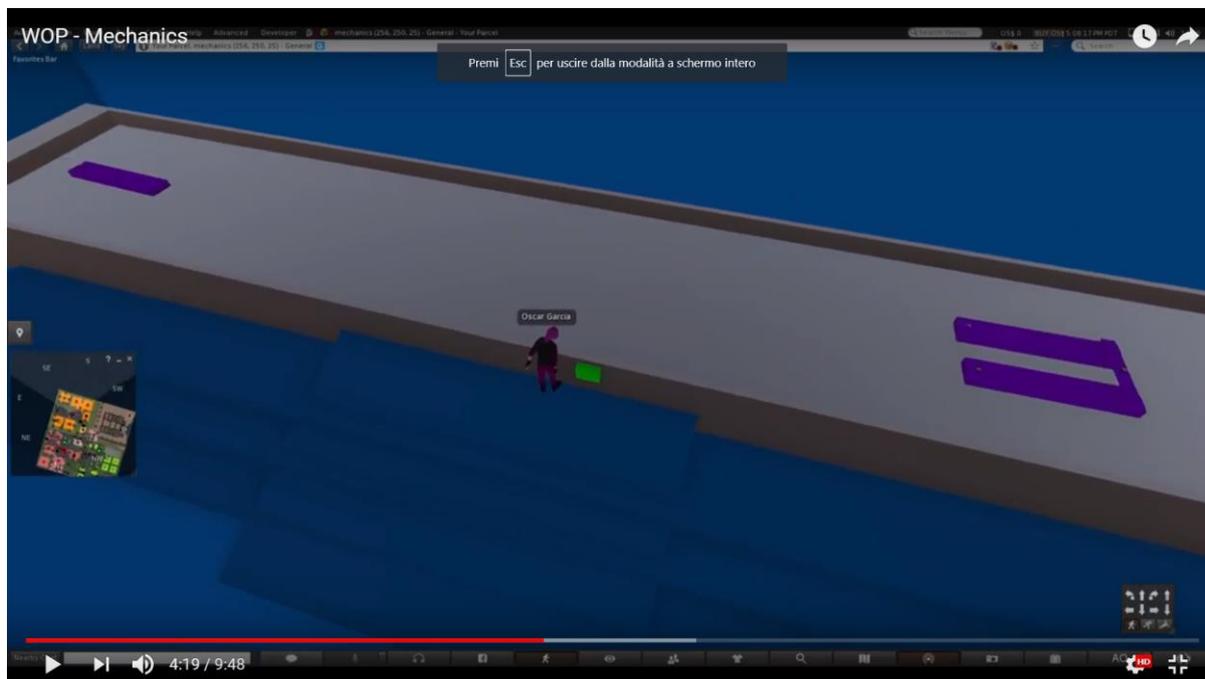


Quando il pezzo del puzzle si inserisce nel puzzle generale, l'avatar riceve un messaggio per procedere e completare le attività per la 3° Legge, al fine di ottenere il pezzo finale del puzzle. L'avatar dovrà visualizzare la presentazione sulla 3° Legge prima di eseguire l'esperimento.



L'esperimento per la 3^o legge di Newton è la slitta metallica.





Area 2: Struttura della materia

Il seguente link contiene un video dimostrativo, che mostra i laboratori dall'area "Struttura della materia".

<https://www.youtube.com/watch?v=tS-FJH7tAbo>

Radiattività, radiazioni ionizzanti e rischi per la salute

Le seguenti informazioni descrivono lo scenario sviluppato per l'argomento "Radioattività, radiazioni ionizzanti e rischi per la salute". In questo scenario, gli studenti apprendono la radioattività, la natura delle radiazioni e i rischi per la salute derivanti dall'esposizione alle radiazioni. L'elenco degli obiettivi di apprendimento di questo scenario sono:

- La natura della radioattività;
- il processo di decadimento della radioattività;
- differenze nelle emissioni radioattive;
- cos'è la radiazione;
- come discriminare tra radiazioni ionizzanti e radiazioni non ionizzanti;
- l'impatto delle radiazioni ionizzanti sulla struttura molecolare;
- Conoscenza dei potenziali rischi per la salute derivanti dall'esposizione alle radiazioni.

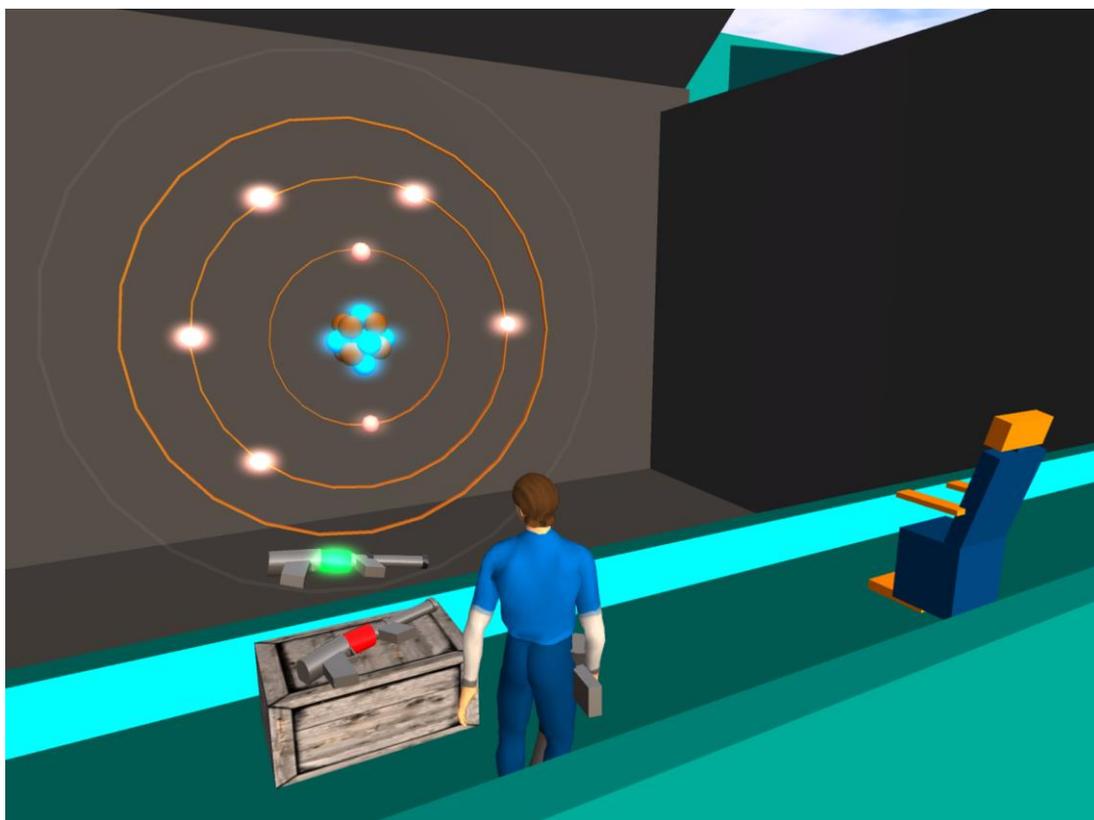
Il prerequisito per completare con successo questo scenario è una buona conoscenza dell'uso del viewer per il mondo virtuale 3D e la conoscenza dell'argomento "Struttura dell'atomo".

Il mondo virtuale offre due diversi percorsi di apprendimento: un percorso di apprendimento guidato e un percorso di apprendimento aperto. Nel percorso di apprendimento guidato, gli studenti devono seguire la sequenza, contrassegnata da frecce, delle risorse di apprendimento stabilite nel percorso di apprendimento aperto. Gli studenti sono liberi di esplorare e sperimentare il mondo come preferiscono.

Quando l'avatar viene teletrasportato nell'area della radioattività, viene mostrato un paesaggio desolato: alberi spogli, nessuna traccia di vita, pozzanghere d'acqua con serbatoi contrassegnati con il simbolo della radioattività. Le frecce guidano l'avatar attraverso questo paesaggio e permettono di accedere alle risorse educative. In questa sezione, c'è un'area molto pericolosa contrassegnata da simboli di radioattività. All'ingresso di quest'area, c'è un personaggio non giocatore che informa l'avatar del pericolo dell'area e dei rischi per la salute a cui l'avatar è esposto. Quando l'avatar si avvicina a un oggetto radioattivo, l'indicatore dello stato di salute inizierà a diminuire a seconda della natura e dell'intensità della radiazione e, di conseguenza, la postura dell'avatar cambierà. Quando lo stato di salute si riduce a zero, l'avatar cadrà a terra e un allarme indicherà che la radioattività lo ha ucciso.

Nell'area seguente, lo studente può affrontare il tema delle "Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti" accedendo a un laboratorio in cui l'avatar troverà un cannone e un

atomo con gli elettroni che ruotano attorno ad esso. L'avatar sarà invitato a prendere un cannone radiazioni. Il cannone è dotato di un potenziometro che consente la variazione della lunghezza d'onda della radiazione emessa. Quando l'avatar fa clic sul pulsante "fuoco", una radiazione (sotto forma di un'onda sinusoidale con una lunghezza d'onda specifica) verrà sparata e colpirà l'atomo. Gli elettroni dell'atomo nell'orbita esterna saranno eccitati e gireranno più velocemente. Se la radiazione emessa si trova nella gamma di radiazioni ionizzanti, alcuni elettroni dell'orbitale esterno saranno liberati dall'atomo e così l'atomo si trasforma in uno ione



Gli insegnanti possono fare una visita virtuale al laboratorio al seguente link:

<https://www.youtube.com/watch?v=tS-FJH7tAbo>

Struttura dell'atomo

Gli obiettivi di apprendimento sono:

- Atomi come elementi della materia;
- Scoperta della struttura dell'atomo (tubo a raggi catodici, esperimento di Rutherford);
- Modello dell'atomo di Bohr, gli elementi e le proprietà di base degli atomi;
- Numero atomico e numero di massa degli elementi chimici.

Gli studenti che usano questo laboratorio devono avere conoscenze sull'argomento "Struttura dell'atomo".

La locazione di questo scenario sarà una stanza di un laboratorio in cui si potrà fare un viaggio nell'atomo usando uno speciale strumento di teletrasporto.

Di seguito è riportato un elenco delle attività di apprendimento e dei materiali disponibili in laboratorio:

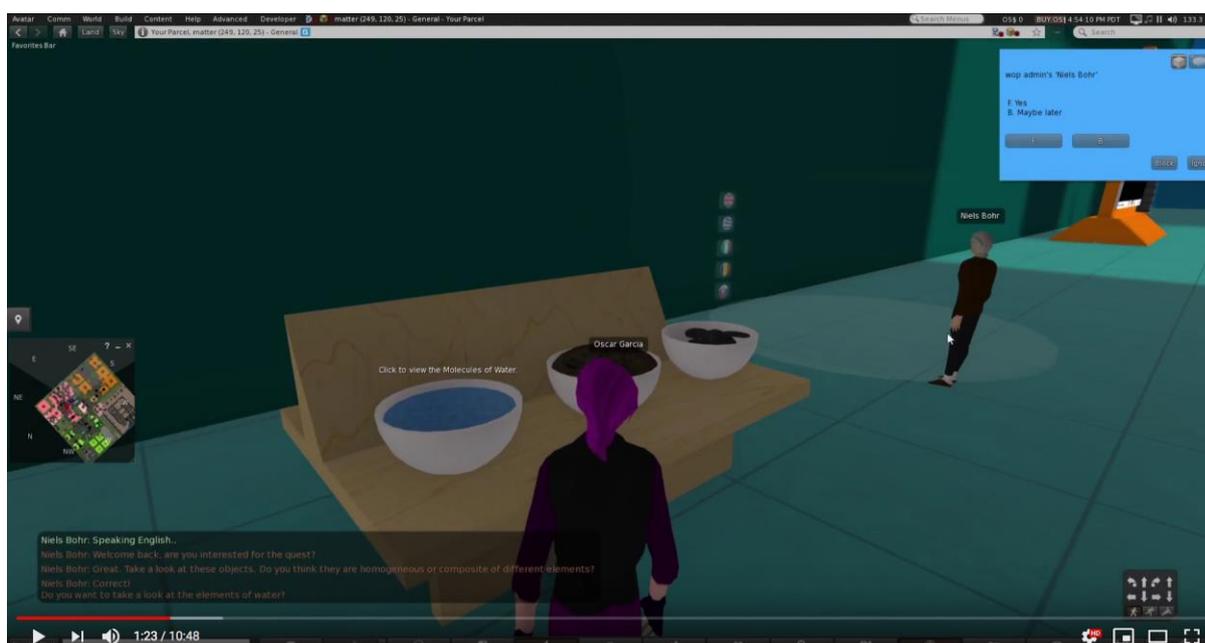
Nome	Descrizione Breve	Tipologia
L'atomo	Una introduzione breve sulla scoperta della struttura atomica dell'atomo di Bohr.	<i>Presentazione</i>
Esperimento di Rutherford	Esperimento di Rutherford	<i>Multimedia</i>
Modello Atomico	Sperimentazione con I diversi modelli atomici.	<i>Multimedia</i>
Viaggiare nel mondo microscopico	Un viaggio nel microscopico mondo dell'atomo e della sua struttura	<i>Attività 3D</i>
Bohr	Assisterà lo student nell'attività 3D	<i>NPC</i>

Lo studente visualizzerà la presentazione e facoltativamente potrà esplorare le applicazioni multimediali. Quindi sarà assistito da un personaggio NPC per esplorare il mondo microscopico nell'attività 3D.

Niels Bohr NPC guiderà lo studente durante lo studio della molecola dell'acqua.



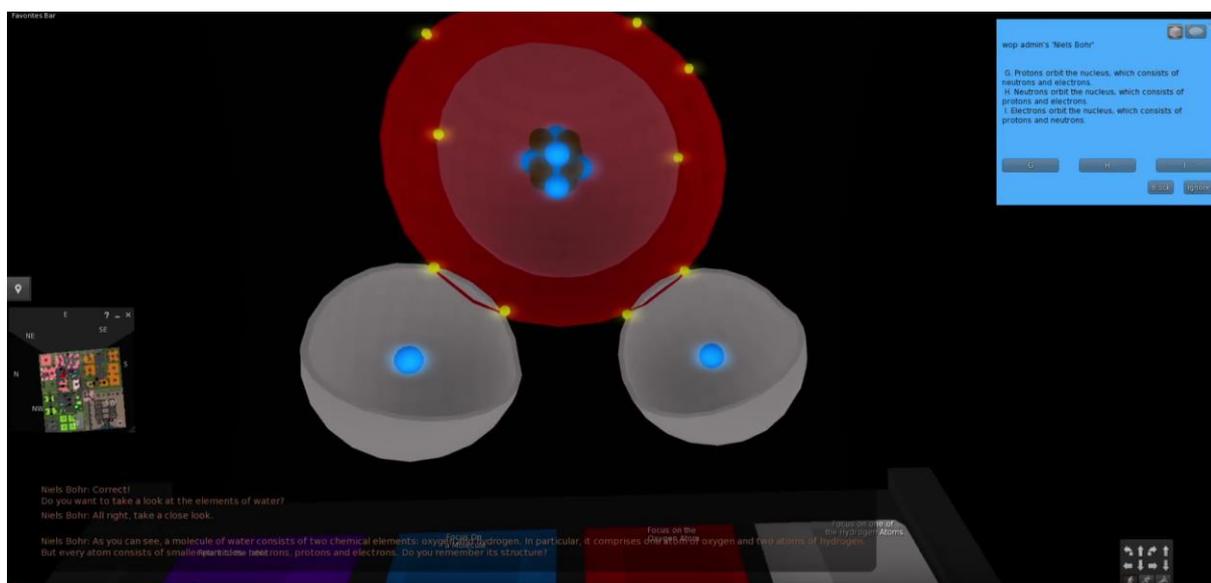
Sul tavolo, lo studente può trovare alcuni elementi. Uno di questi è l'acqua.



Cliccando sull'elemento acqua, l'avatar viaggerà all'interno della molecola dell'acqua.



Cliccando sulla molecola dell'acqua, l'avatar può andare in profondità a livello atomico.



Area 3: Elettricità e magnetismo

Di seguito il link ad un video dimostrativo che mostra i laboratori nell'area "Elettricità e magnetismo":

<https://www.youtube.com/watch?v=ol7RqElkrNQ>

Elettrificazione per contatto

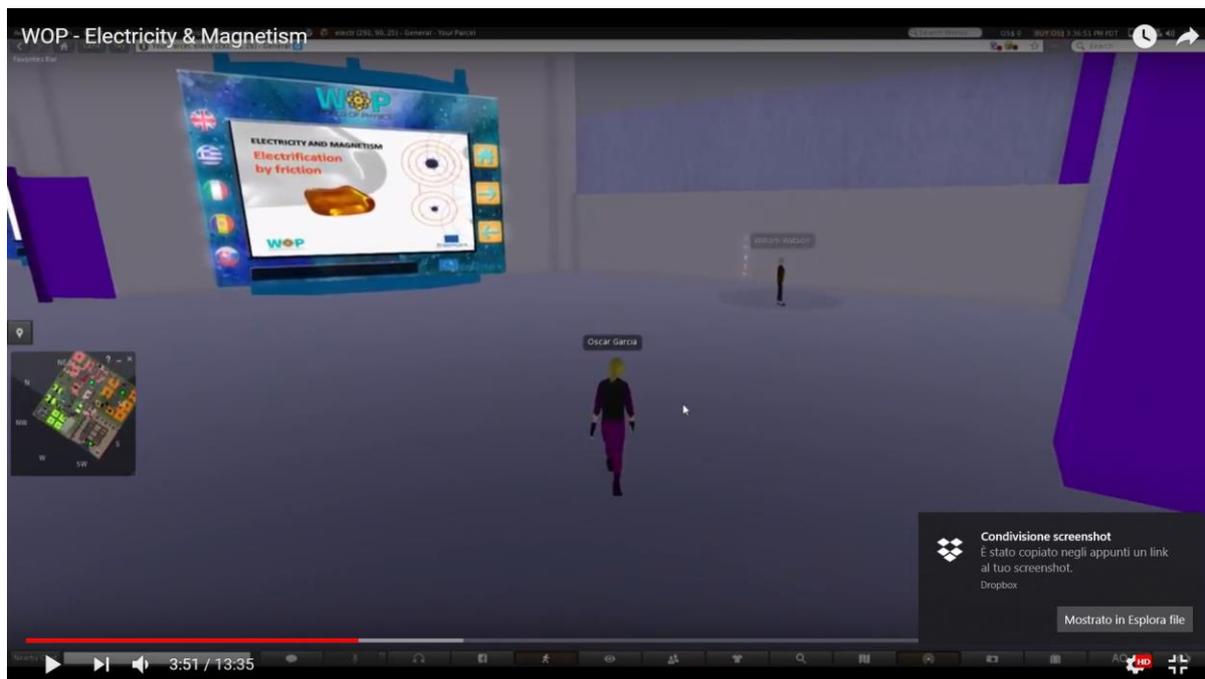
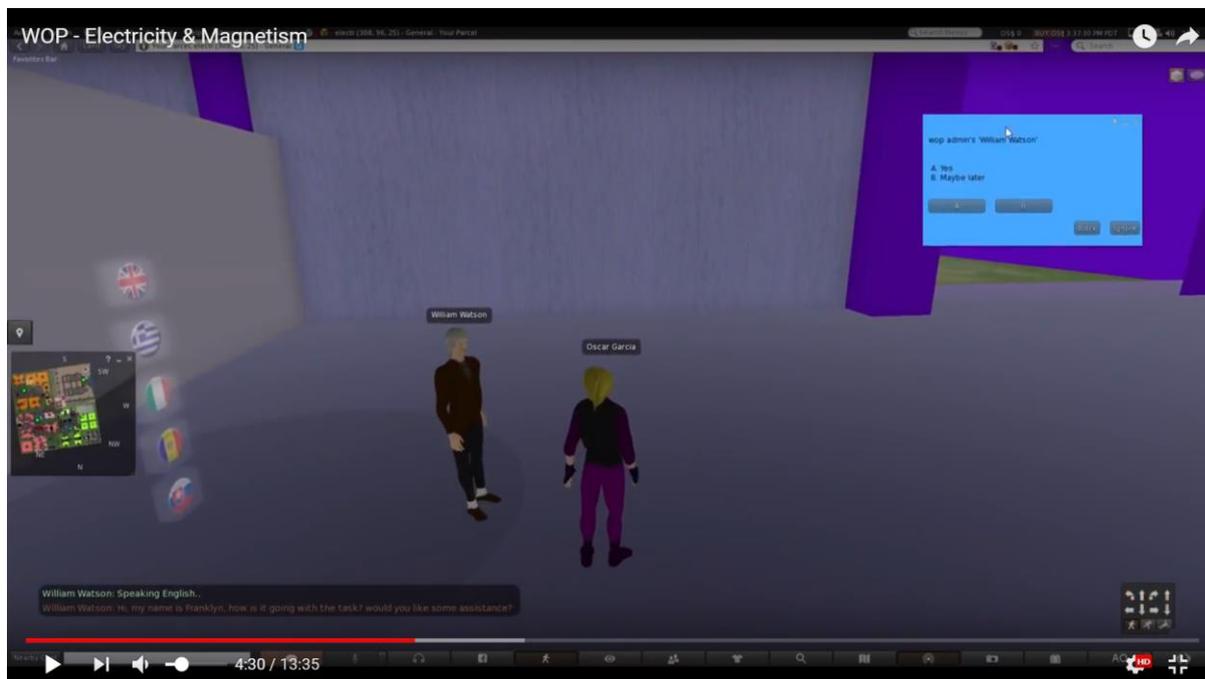
Gli obiettivi di apprendimento per questa area sono:

- Fenomeni di elettrificazione a livello macroscopico.
- L'allocazione di cariche positive e negative nella elettrificazione per attrito (effetto della diversa affinità per gli elettroni).
- Il bilanciamento delle cariche per l'elettrificazione per conduzione (in relazione alla legge di conservazione della carica).

È il primo sotto argomento nel tema generale "Elettricità e magnetismo". Saranno inoltre inclusi i prerequisiti teorici, in particolare le informazioni sugli elementi microscopici della materia (argomento "**Struttura della materia**").

Le **attività di apprendimento** disponibili in questi laboratori sono le seguenti:

Nome	Descrizione	Tipologia
Elettrificazione attraverso attrito	Informazioni generali sulle particelle atomiche, la forza tra le cariche elettriche e introduzione alla elettrificazione per attrito.	<i>Presentazione (1)</i>
Elettrificazione attraverso conduzione	Informazioni sulla legge di conservazione della carica e la procedura di elettrificazione per conduzione.	<i>Presentazione (2)</i>
Elettrificazione attraverso attrito e conduzione	Oggetti di materiale diverso sono elettrificati per attrito, rispetto alla loro affinità per gli elettroni, attraggono oggetti leggeri e caricano altri oggetti per conduzione.	<i>Attività 3D</i>
William Watson	Il personaggio aiuta lo studente a svolgere l'attività.	<i>NPC</i>



Dopo aver visto la prima presentazione, gli studenti prenderanno un paio di oggetti posizionati sui banconi e li strofineranno tra loro, per elettrizzarli (trasferimento di cariche elettriche da uno all'altro). Li selezioneranno in base alla loro affinità elettronica e li useranno per attrarre oggetti leggeri. Gli studenti

quindi guarderanno la seconda presentazione e useranno alcuni degli oggetti caricati per caricare per conduzione altri oggetti neutri, con un tipo e un carica di addebiti definiti.

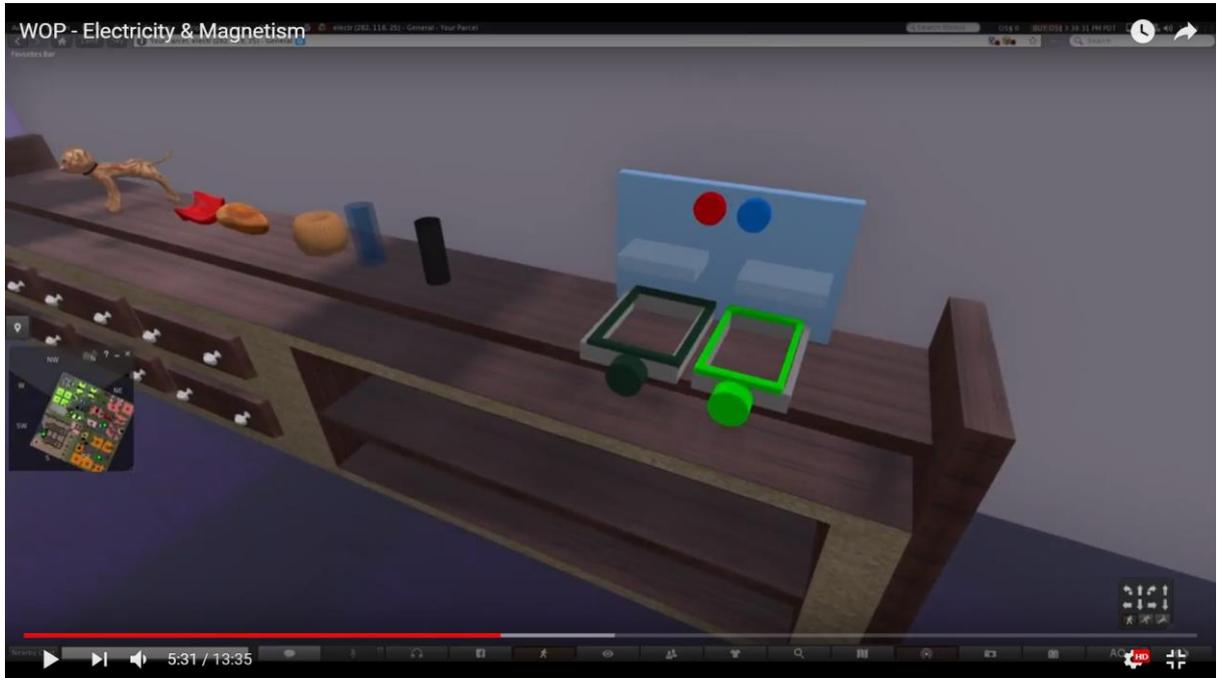
Carica per induzione

Usando una bacchetta di vetro carica (che si trova nell'attività del subtopic "*Elettrificazione per frizione e per conduzione*"), gli studenti caricano a coppie gli oggetti metallici e di plastica.



Gli studenti toccano gli oggetti con una bacchetta di vetro carica. Quando toccano un oggetto metallico (un conduttore), le cariche elettriche si distribuiscono uniformemente sul suo volume (a secondo della forma).

Quando toccano un oggetto di plastica (un isolante), la carica in eccesso rimane nella posizione iniziale di carica.

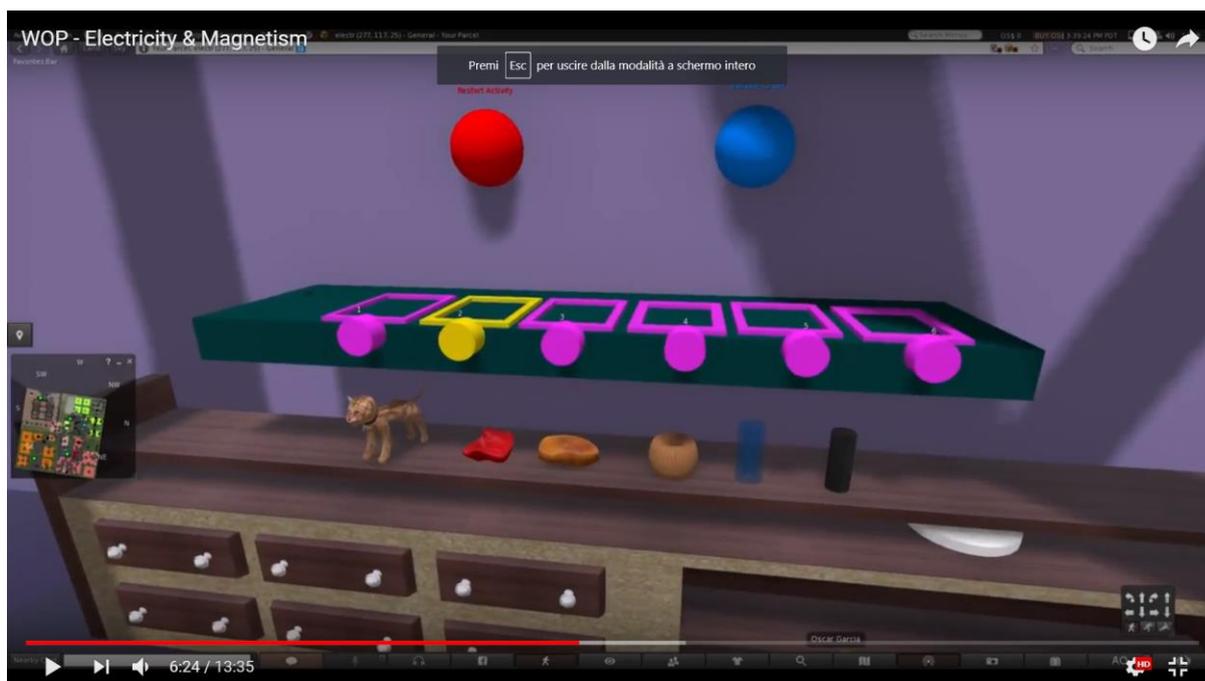


Carica per frizione

L'avatar sceglierà due oggetti alla volta e li strofinerà insieme.

Quando gli oggetti di diversi materiali vengono strofinati insieme, gli elettroni si trasferiscono da uno all'altro. Gli elettroni saranno rappresentati con il simbolo "-". L'oggetto che accetta gli elettroni è caricato negativamente (il segno del simbolo "-" appare sulla sua superficie), mentre l'oggetto che offre gli elettroni è caricato positivamente (il segno del simbolo "+" appare sulla sua superficie).

È possibile vedere una simulazione simile al link citato nei riferimenti.



Una distribuzione indicative della carica per ogni coppia di oggetti è descritta nella tabella seguente:

	Coniglio	Bacchetta di vetro	Lana	Seta	Ambra	Bacchetta di gomma
Coniglio	0	2	4	8	10	12
Bacchetta di vetro	2	0	2	6	8	10
Lana	4	2	0	4	6	8
Gatto	6	4	2	2	4	6
Seta	8	6	4	0	2	4
Ambra	10	8	6	2	0	2
Bacchetta di gomma	12	10	8	4	2	0

Dopo che l'elettrificazione per attrito è stata completata, la carica di ciascun oggetto deve essere identificabile attraverso un'etichetta sopra di esso.

Le cariche possono diventare visibili durante l'attività e grazie a speciali occhiali virtuali che possono indossare gli studenti.

Per ogni coppia di oggetti strofinati insieme, gli elettroni vengono trasferiti a quello che si trova più in basso nella prima colonna. Il resto delle celle presenta il numero di di elettroni ("-") che si devono trasferire. I numeri sono indicativi e offrono solo una rappresentazione proporzionale del fenomeno.

Gli studenti quindi visualizzeranno la seconda presentazione e useranno alcuni degli oggetti caricati per caricare per conduzione altri oggetti neutri, con un tipo e una quantità di carica definiti



Magnetizzazione per conduzione

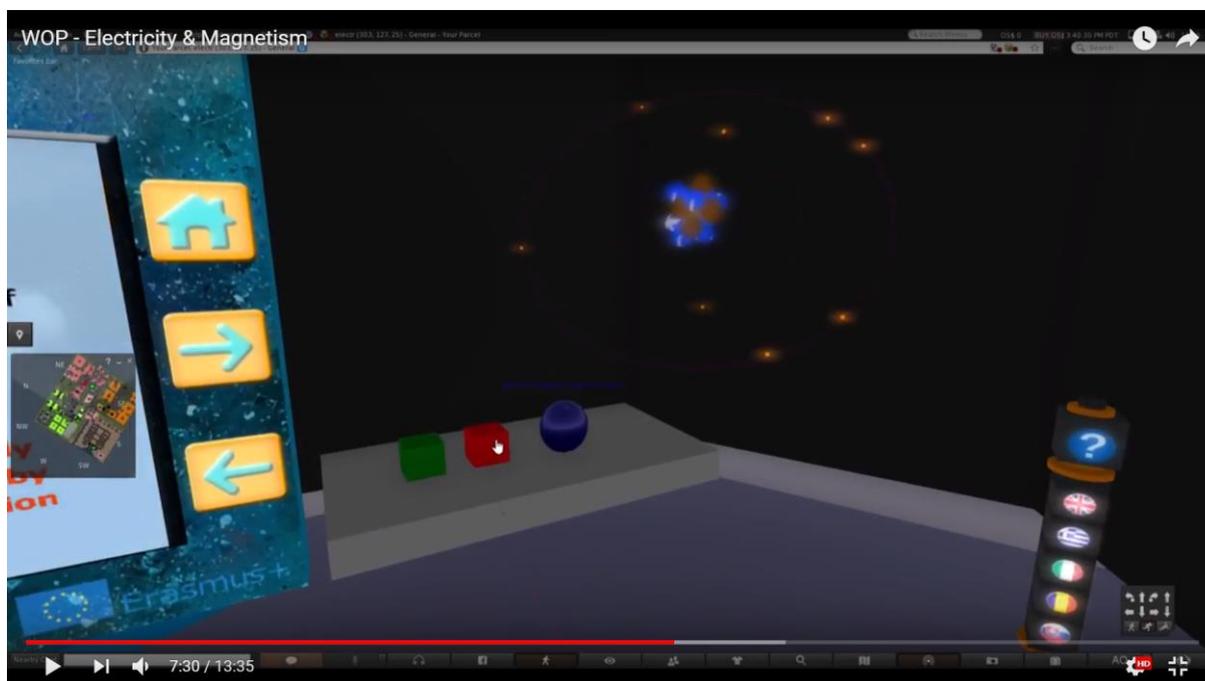
Lo studente deve caricare una superficie neutra con un tipo e una quantità di carica definiti. Per poter caricare dovrà prendere un oggetto precedentemente caricato (con il tipo di carica adatto) e toccare la superficie neutra.

Verranno così trasferiti degli elettroni da un oggetto all'altro fino a quando entrambi gli oggetti raggiungeranno la stessa quantità di carica.

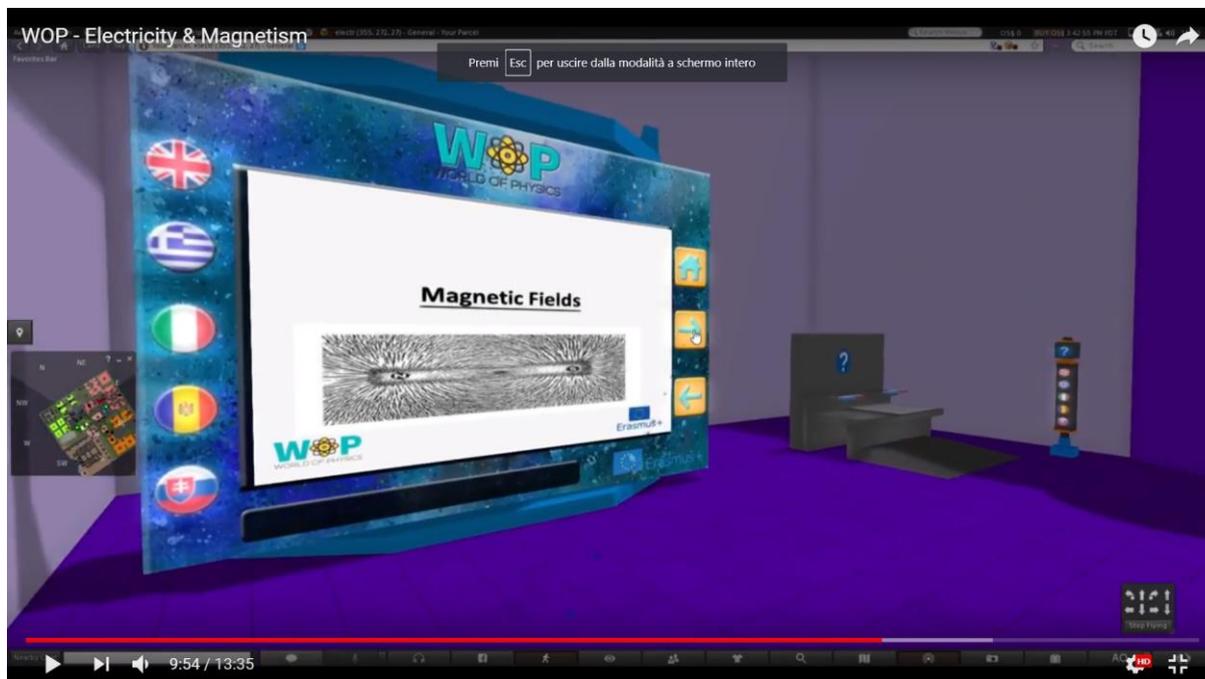
Se la carica della superficie è inferiore al necessario, dovrà utilizzare un altro oggetto carico e ripetere la procedura.

Se è superiore alla quantità richiesta, lo studente dovrà utilizzare un oggetto carico di segno opposto e ripetere la procedura.

Lo studente può inoltre vedere la rappresentazione dell'atomo con l'elettrone esterno perso, quando si carica un elemento:



Campo magnetico e corrente in un campo magnetico



Obiettivi di apprendimento sono:

- Fenomeni magnetici: il campo magnetico terrestre, la funzione della bussola e l'effetto di un magnete sulle limature di ferro;
- creazione del campo magnetico mediante lo spostamento di cariche;
- particelle caricate che si muovono in un campo magnetico;
- Effetti dei campi magnetici su cavi che trasportano .

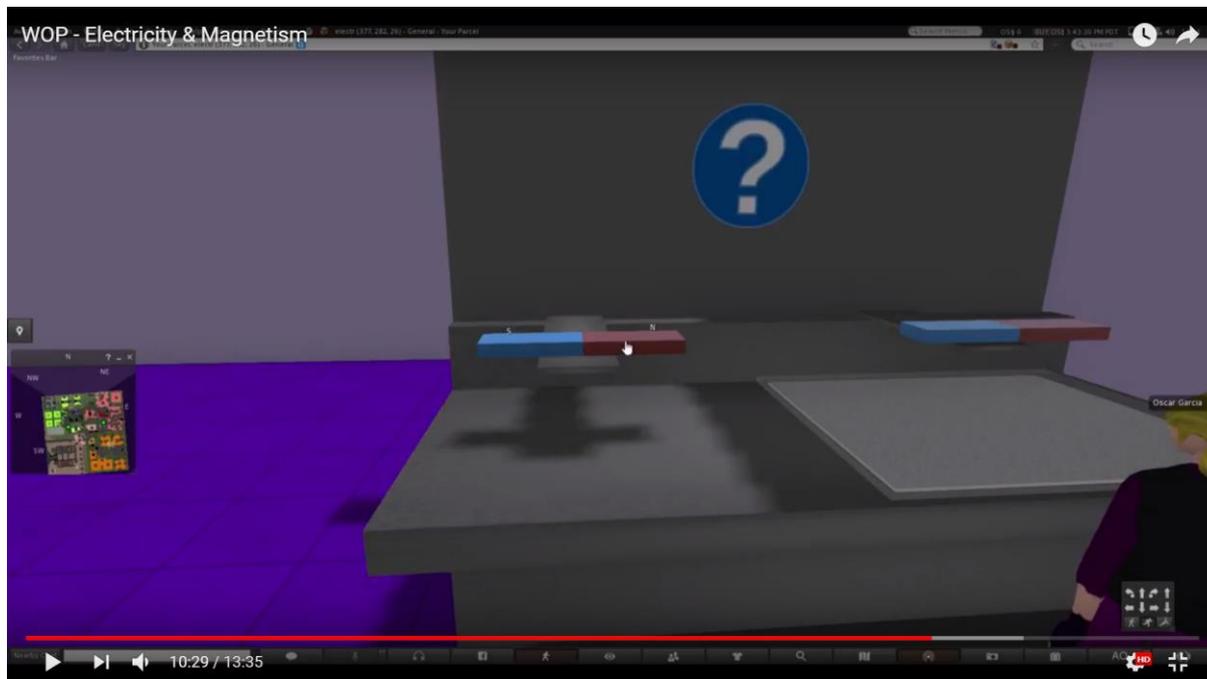
I prerequisite per questo laboratorio sono:

- Subtopic "Campi Elettrici", "Corrente elettrica e sorgenti elettriche" e "Resistenza & effetti della corrente elettrica";
- Informazioni sull'atomo di Bohr del subtopic: "Struttura dell'atomo" (topic "Struttura della materia").

Di seguito la lista delle attività di apprendimento in questo laboratorio:

Nome	Descrizione Breve	Tipologia
Fenomeni magnetici	Fenomeni magnetici: attrazione dei metalli tramite magneti, campo magnetico terrestre e funzione della bussola	<i>Presentazione</i>
L'effetto del campo magnetico sulla limatura di ferro	Lo studente tiene una barra magnetica sopra una superficie con limatura di ferro ed esamina come si allineano lungo le linee del campo magnetico	<i>Attività 3D</i>
Campo magnetico prodotto da particelle cariche in movimento	Rappresentazione del campo magnetico formato da cariche in movimento e dalla corrente elettrica	<i>Multimedia</i>
Particelle cariche in movimento in un campo magnetico	Forza esercitata sul movimento di particelle cariche e attraverso fili che trasportano corrente all'interno di un campo magnetico	<i>Presentazione</i>
La forza di Lorentz	Forza esercitata su particelle cariche, che si muovono (libere o all'interno di un filo) in un campo magnetico, cambia in base alla direzione del loro movimento	<i>Attività 3D</i>

Lo studente visualizzerà la presentazione sui fenomeni magnetici e gli verrà assegnato un compito per l'attività 3D. L'attività richiederà a di esaminare la forma del campo magnetico attorno a un magnete, in base al posizionamento delle limature di ferro. Quindi, usando la gli strumenti multimediali e le informazioni sul modello di Bohr dell'atomo, lo studente dovrà scoprire la forma del campo del magnete dalla polarizzazione dei suoi atomi.



Le limature di ferro vengono cosparse uniformemente su una superficie e sopra di esse viene posta una sottile pellicola trasparente (film). Lo studente posiziona una barra magnetica sul film e vedrà la limatura di ferro che si allinea lungo le linee del campo. Quando il magnete viene spostato di posizione, le limature di ferro si adattano di conseguenza.

Avvicinando una bussola, lo studente verificherà come essa si orienti lungo le linee del campo.

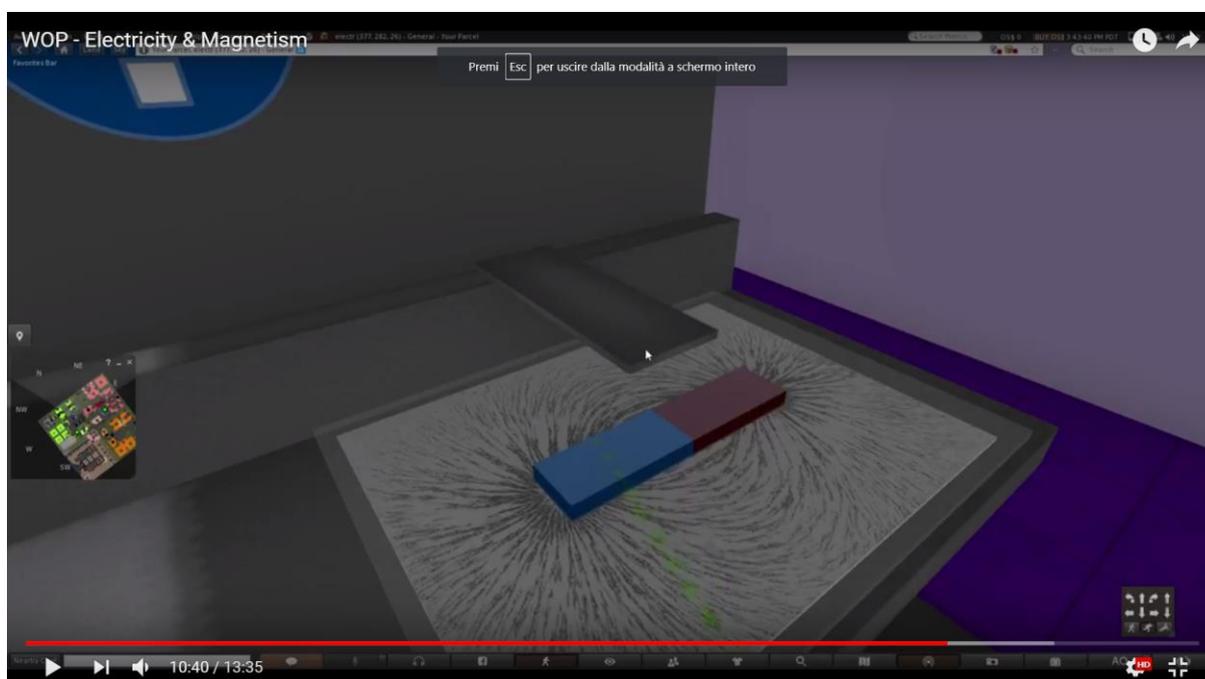
Utilizzando un pulsante posizionato sul tavolo, lo studente potrà vedere le linee di campo e il segno delle polarità per i poli del magnete.

Lo studente avrà l'opportunità di usare più magneti, per esaminare la loro interazione e le corrispondenti modifiche del campo.

Il film trasparente deve essere posizionato saldamente sulla superficie e ad una distanza molto piccola sopra limatura. A causa dei limiti dell'ambiente del mondo 3D,

del "movimento" del magnete, delle limature e delle linee di campo, la posizione del magnete è discreta in posizioni distinte (invece di un movimento "continuo" che di è rappresentato in software di simulazione dimensionale, come il Electromagnetic Lab di Faraday).

Quando l'avatar posiziona la bussola sul magnete, il foglio di metallo si allinea anche lungo le linee del campo.



Quando l'avatar indossa i suoi "occhiali di Faraday", le linee di campo appariranno in 2D (o anche 3D). Apparirà un segno per i poli del magnete (così come sulla bussola).

Di seguito gli obiettivi di apprendimento di questo laboratorio virtuale:

- Descrivere come gli oggetti magnetizzati si orientano lungo le linee di campo;
- Capire che una bussola è un magnete e come essa si orienti lungo le linee di campo;

- Riconoscere le interazioni fra i magneti relativamente alle loro polarità .

Forza su una particella carica che si muove in un campo magnetico

In figura è mostrato il circuito magnetico posizionato sul tavolo del laboratorio virtuale



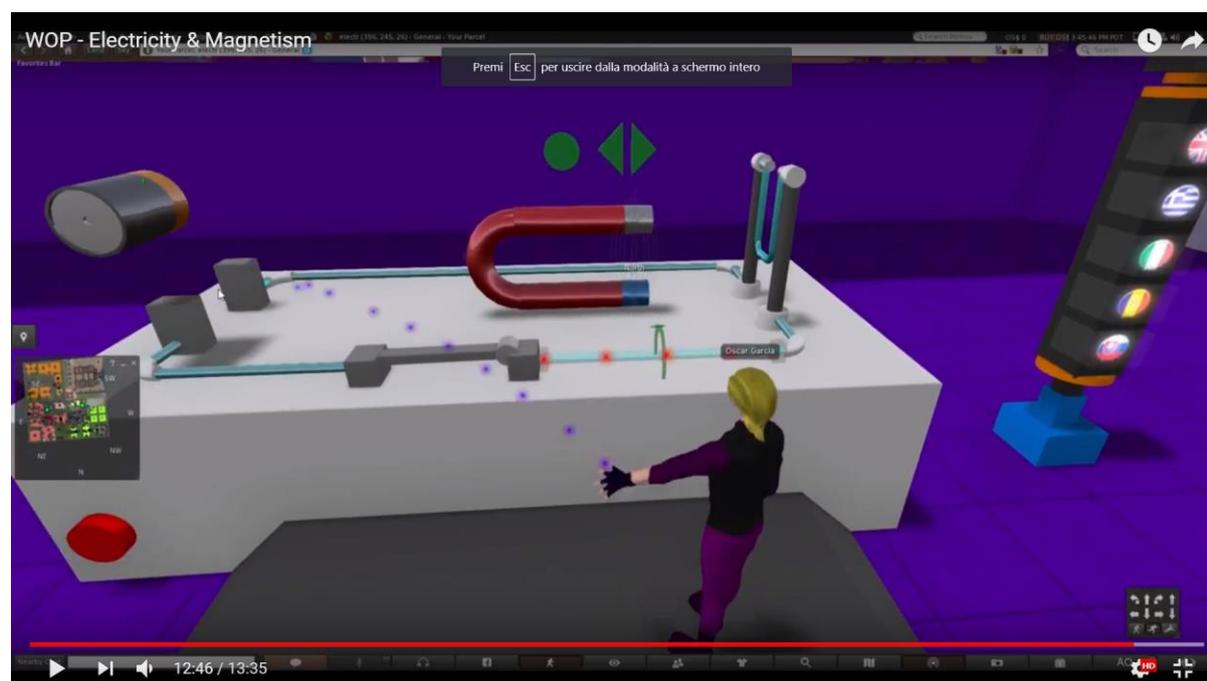
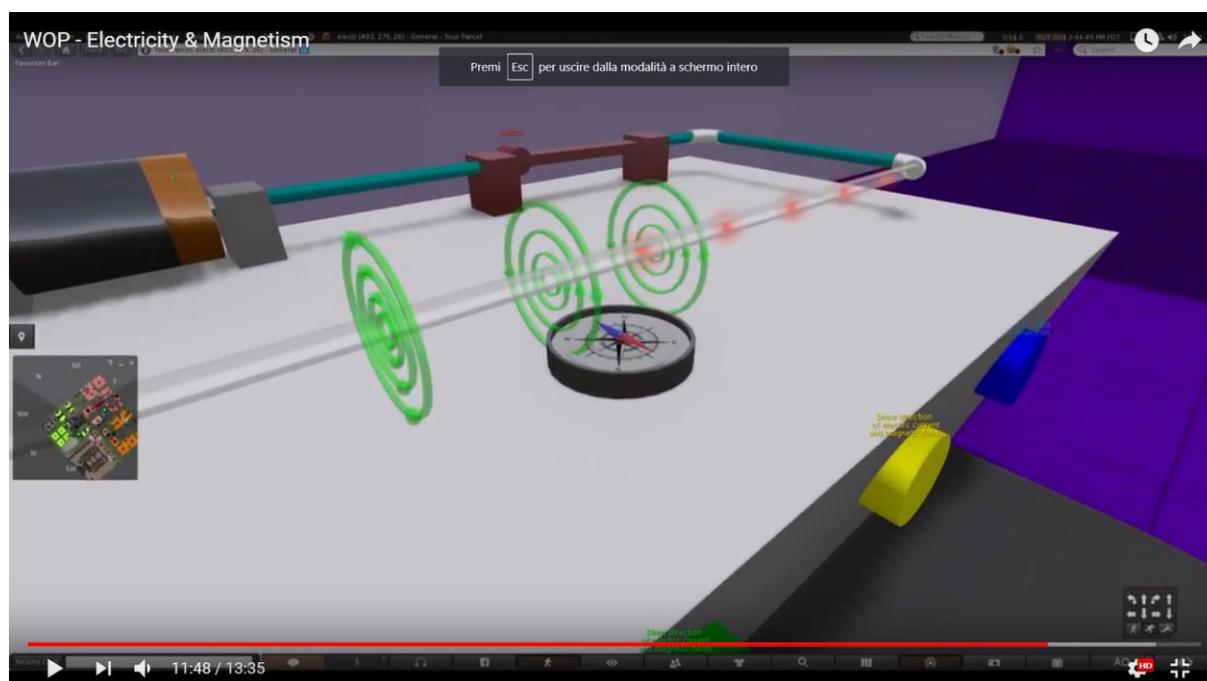
Lo studente chiude il circuito usando l'interruttore. L'animazione degli elettroni mostra come scorre la corrente elettrica.

Lo studente chiude il circuito su cui è connesso la batteria. L'animazione degli elettroni mostra che la corrente elettrica viaggia nella direzione opposta. Il filo posizionato sul supporto del morsetto non resta immobile.

Successivamente, lo studente posiziona il magnete a forma di U nell'area del circuito elettrico. A secondo della direzione della forza di Lorentz, il filo posizionato sul supporto del morsetto si muoverà avvicinandosi o allontanandosi dal magnete.

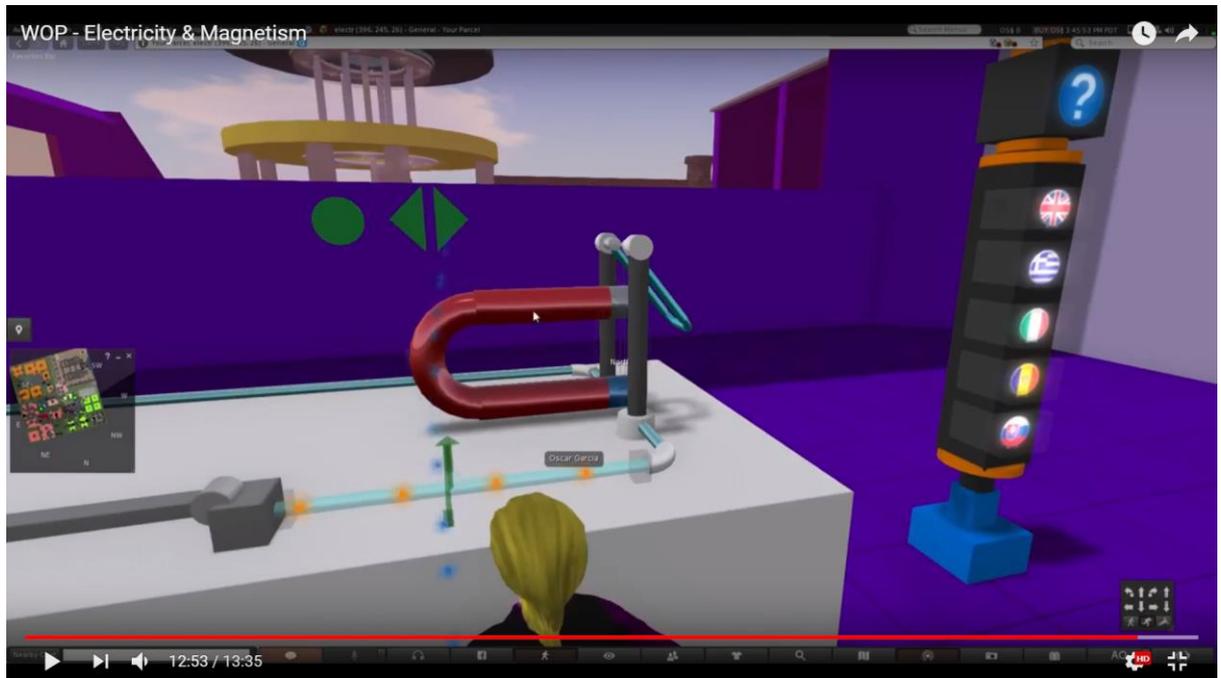
L'immagine seguente mostrano l'effetto del campo magnetico, generato da un filo percorso da una corrente, sull'ago di una bussola:





L'immagine mostra la direzione del campo magnetico tra i poli del magnete, per il magnete a forma di U.

Il magnete a forma di U è posizionato nell'area del circuito elettrico. Se lo studente chiude il circuito, il filo inizia a muoversi. La direzione di aberrance dipende dalla direzione del campo magnetico.



Di seguito gli obiettivi di apprendimento del laboratorio:

- Verificare l'effetto del campo magnetico su una carica in movimento;
- Determinare la direzione della forza di Lorentz su una particella carica in movimento e su un filo attraversato dalla corrente, secondo la regola della mano destra.

Riferimenti

- [1] J. Piaget, "The Psychology of Intelligence", London: Routledge and Kegan Paul (1951).
- [2] Fundación para Estudios Biomédicos Avanzados, Facultad de Medicina - U. de Chile, "Teacher Professional Development in Pre-Secondary School Inquiry-Based Science Education" (IBSE) Editors: Wynne Harlen and Jorge E. Allende (2009).
- [3] J. Trna, "How to Educate and Train Science Teachers in IBSE Experimentation", In: IMSCI 2013. The 7th International Multi-Conference on Society, Cybernetics and Informatics. Proceedings (pp. 176-180). Orlando(USA): International Institute of Informatics and Systemics. ISBN 978-1-936338-83-2., At Orlando, USA, (2013).
- [4] Reports on Physics Education in Schools around Europe and the state of the art in 3D Virtual Worlds, Progetto "World-of-Physics: An innovative virtual reality educational environment for school physics education". Erasmus + - Strategic Partnership. Agreement Number: 2016-1-Cy01-Ka201-017371. <http://worldofphysics.etcenter.eu/index.php/en>, (2016)
- [5] T. Chesney, S.H. Chuah, R. Hoffmann, "Virtual world experimentation: An exploratory study. Journal of Economic Behavior & Organization", 72, 618-635 (2009).
- [6] S. De Freitas, G. Rebolledo-Mendez, F. Liarakapis, G. Magoulas, A. Poulouvassilis, "Learning as immersive experiences: Using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive learning experiences in a virtual world. British Journal of Educational Technology, 41, 69-85 (2010).
- [7] Z. Palkova, M. Palko, K. Kovas, F. Grivokostopoulou, I. Hatzilygeroudis. "World Of Physics and VR4STEM case studies - How virtual reality attracts the educations", *ICERI 2017 Proceedings*, pp. 1318-1324, (2017).

- [8] T. de Jong, M. C. Linn, Z. C. Zacharia, "Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education" *Science*; Vol. 340, Issue 6130, pp. 305-308, DOI: 10.1126/science.1230579, (2013).
- [9] M. Gentile et al. "A Semantic Frame Approach to Support Serious Game Design". In: Bottino R., Jeuring J., Veltkamp R. (eds) *Games and Learning Alliance. GALA 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10056. pp 246-256, Springer, Cham, (2016).
- [10] E.Trnova, J. Trna, "Motivational Effectiveness of a Scenario in IBSE", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 167, pp. 184-189 (2015).