

Esperienze di Fisica nei Mondi Virtuali

Alfonso D'Ambrosio
IIS CATTANEO MATTEI
Via Matteotti 10, 35043 Monselice (Pd)
alfonsodambrosio@yahoo.it

I mondi virtuali sono un facilitatore procedurale per esperienze didattiche immersive. Vengono descritte una serie di attività, inquiry based, che hanno per oggetto esperienze fisiche di meccanica, quali l'impulso, il momento angolare, il moto uniformemente accelerato, all'interno dell'ambiente Opensimulator.

1. Introduzione

I mondi virtuali sono degli ambienti tridimensionali, dove ogni utente vive il suo spazio attraverso un avatar, con il quale può interagire con il mondo stesso. Da diversi anni i mondi virtuali sono utilizzati come spazio di apprendimento, che non si vuole sostituire solo alla realtà, ma bensì vuole integrarla. In sostanza, quando utilizzato in ambito scolastico, i mondi virtuali si caratterizzano come una occasione per realizzare, costruire, immaginare, sperimentare scenari ed ambienti attraverso l'esperienza [Desiderio et al, 2009]. L'attività qui presentata si inserisce all'interno di un progetto pomeridiano, della durata di 30 ore, dove studenti, misti per età ed indirizzo (quinto anno indirizzo Tecnico Informatico e terzo anno di un Liceo Scientifico) hanno realizzato un ambiente di apprendimento incentrato sul tema Fisica e Sport. I ragazzi sono stati suddivisi in gruppi da 4 (ciascuno aveva un ruolo: relatore, segretario, controllore dello spazio e del tempo, esperto programmatore) e successivamente in sottogruppi da 2 (*pair programming*). L'attività ha interessato 15 alunni. Lo spazio fisico dove sono avvenute le attività è stata l'aula informatica della Scuola. Gli alunni erano liberi di cercare informazioni dal web, scaricare materiale, portare il proprio pc. All'inizio di ogni lezione, in 15 minuti, ogni gruppo raccontava i progressi delle proprie attività ed insieme al docente concordava strategie di azioni comuni. Per l'occasione è stato attivato anche un gruppo Facebook, dove docente e studenti, potevano scambiarsi informazioni e risolvere problemi connessi al progetto. La durata del progetto è stata di 3 mesi. In questo articolo viene descritto la parte del progetto che riguarda esperimenti e simulazioni fisiche connesse alla Cinematica ed alla Meccanica dei corpi. La metodologia seguita è l'IBSE declinata nelle 5 E: Engagement, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate. Il progetto ha avuto i seguenti obiettivi: sviluppare il lavoro di gruppo; sviluppare competenze informatiche, in particolare del linguaggio di programmazione LSL, simil C; formalizzare i principi della dinamica ed applicarli ad esperienze quotidiane;

realizzare simulazioni numeriche basate sulla cinematica; realizzare un set-up teorico/sperimentale a partire da un problema inquiry based .

2. La fisica nei mondi virtuali

All'interno della piattaforma gratuita Opensimulator, nella sua versione Sim-on-a-stick utilizzata nella sperimentazione (www.simonastick.com), è possibile creare oggetti e dotarli di particolari proprietà fisiche. E' possibile modificare la gravità a cui l'oggetto è sottoposto, dotarlo di particolari proprietà quali elasticità, tensione, flessibilità. E' possibile creare oggetti dinamici complessi, formati da parti che hanno caratteristiche fisiche differenti (ad esempio parti rigide e parti mobili), è possibile associare ad ogni oggetto uno *script*, ovvero un programma che permette di integrare l'oggetto con l'avatar e l'ambiente esterno. Un oggetto quando è di tipo fisico, una volta creato, interagisce con altri oggetti, viene spostato se toccato, cade se lasciato da una certa altezza, si muove se sottoposto a forze [Berger, 2012]. L'attività stimolo iniziale, per gli studenti, è stata verificare se e fino a che punto la fisica del mondo virtuale fosse simile a quella del mondo reale che conosciamo. Per lo studio è stata creata una sfera di raggio 10 cm, che veniva lasciata cadere da altezze variabili. Con un programma di cattura video è stata registrata la caduta e l'analisi cinematica del moto è stata elaborata con il software Tracker (physlets.org/tracker). Tracker ha permesso anche l'analisi cinematica del moto, tracciando per ogni frame (ad intervalli di 0,033 secondi), la posizione dell'oggetto in caduta. Sono stati ottenuti tempi di caduta che sono entro gli errori di misura, compatibili con il moto di caduta di un corpo sotto una accelerazione di gravità pari a quella terrestre a livello del mare di $9,8 \text{ m/s}^2$ (Tabella 1 e Fig.1).

Tabella 1. Tempi di caduta di una sfera di 10cm di raggio in Opensim

Altezza di caduta (m)	Tempo di caduta teorica (s)	Tempo di caduta misurato (s)	Accelerazione di gravità del mondo virtuale (m/s^2)
2	0,63	$0,60 \pm 0,07$	11 ± 1
3	0,78	$0,77 \pm 0,07$	$10,1 \pm 0,9$
4	0,90	$0,94 \pm 0,07$	$9,1 \pm 0,7$
8	1,28	$1,32 \pm 0,07$	$9,2 \pm 0,5$
20	2,01	$2,21 \pm 0,07$	$8,2 \pm 0,3$

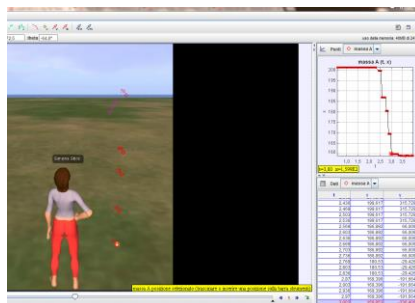


Fig.1 – Analisi del moto di caduta di una sfera con il software Tracker in Opensim

2.1 La caduta di corpi di forme variabili

Una volta capito che la fisica del mondo virtuale era sostanzialmente “realistica”, un gruppo di studenti ha proposto di far cadere oggetti di forma differente, dalla stessa altezza (la partenza contemporanea di più oggetti è avvenuta tramite uno script, fatto dagli studenti). Prima dell’attività è seguita una discussione sui risultati attesi. E’ emerso che ci si aspetta che *“corpi molto estesi, impiegano un tempo di caduta maggiore. Corpi di diversa densità e di forme aerodinamiche diverse, impiegano tempi diversi per cadere. Alcuni corpi, se non spazialmente simmetrici, possono anche ruotare durante la caduta”*. L’attività ha fatto, quindi, emergere un possibile modello teorico di caduta dei corpi nell’atmosfera terrestre, che ha portato anche al concetto di velocità limite. Nel mondo virtuale, gli studenti hanno realizzato oggetti di varie forme e li hanno lasciati cadere da una stessa altezza. In tutti i casi gli oggetti cadevano contemporaneamente e non ruotavano, indipendentemente dalla loro forma e dalla loro densità. Nel mondo virtuale non viene quindi considerata la presenza di alcuna atmosfera e tutti i corpi cadono come se fossero nel vuoto. L’attività stimolo è però servita per introdurre concetti spesso dati per scontati, o non sempre affrontati in un percorso liceale, quale la presenza dell’atmosfera nella caduta di corpi estesi, rigidi e non.

3. Esperienze di meccanica

L’attività sulla caduta dei corpi è servita da pretesto per iniziare un progetto più ampio che è ancora in essere: la realizzazione di una “isola” virtuale, dove condurre esperienze e simulazioni che hanno per tema la fisica e lo sport. Di seguito vengono discusse le principali esperienze affrontate nella fase iniziale del progetto.

3.1 Rotazione, momento angolare, impulso, quantità di moto.

Creato un oggetto fisico è possibile fornirgli un momento angolare iniziale, attraverso un apposito vettore, un momento torcente. Gli studenti hanno effettuato misure qualitative e poi quantitative. E’ emerso che il software non tiene conto della densità dell’oggetto (limite importante a nostro avviso, ma risolvibile con appositi script), mentre è coerente con la sua distribuzione di massa, pertanto è possibile sperimentare la dipendenza del momento di inerzia dalla configurazione spaziale del corpo. La conservazione del momento angolare è evidente nel caso in cui la rotazione avvenga su una superficie priva di attrito, mentre sono stati condotti studi sulla variazione del momento angolare in presenza di forze dissipative. Durante tutta l’attività è emerso che gli studenti spontaneamente hanno realizzato oggetti, anche di forma complessa, ma con distribuzioni di masse simmetriche (ad esempio il caso di un corpo umano con braccia in alto e parallele al terreno, per simulare la rotazione di una ballerina) (fig.2). Più di uno studente ha affermato che *“un momento angolare con direzione non parallela all’asse verticale di simmetria genera fenomeni quali la precessione”*.

All'oggetto fisico è possibile applicare un vettore forza e studiare il moto, sia su una superficie con attrito sia senza (fig.3). Lo stesso impulso di una forza variabile ha permesso di studiare la sua connessione con la quantità di moto. Gli urti invece sono stati studiati ponendo una sfera su un piano inclinato di altezza nota, lasciata cadere fino ad urtare un'altra sfera su un piano orizzontale con o senza attrito. La conservazione della quantità di moto è perfettamente rispettata sia in urti centrali sia obliqui.



Fig.2 – Laboratorio sulle rotazioni, con oggetti di diverso momento di inerzia

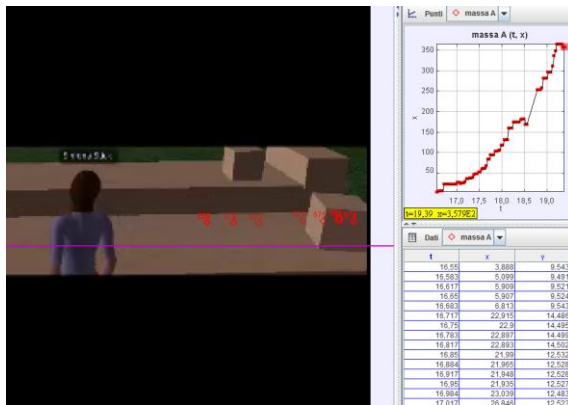


Fig. 3 Analisi del moto, con Tracker, di un corpo su una superficie priva di attrito a cui è applicata una forza costante.

Le esperienze fisiche esplorate sono state molteplici e qui ne sono state presentate solo alcune. Tra le più interessanti segnaliamo anche lo studio del lancio di una palla da calcio e da rugby e la "scoperta" dell'effetto Magnus, in quanto è possibile tener conto, sul simulatore, del vento atmosferico. E' emerso, spontaneamente da parte degli studenti, lo studio del moto di caduta lungo un piano inclinato di oggetti di forma assimilabili a sci o slittini (fig.4).

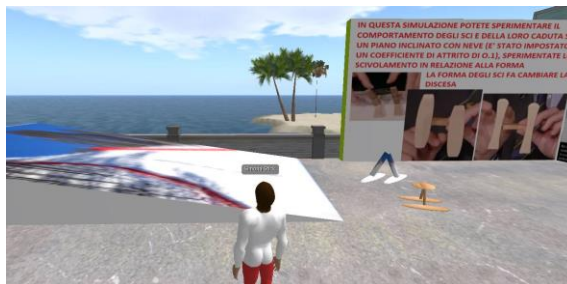


Fig. 4 Studio qualitativo del moto di corpi con superficie variabile su un piano inclinato con attrito.

3.2 Le simulazioni numeriche

Il software Opensimulator ha una sua fisica, relativamente realistica, esplorabile qualitativamente e quantitativamente. Laddove il software non permette uno studio quantitativo realistico, è possibile intervenire su un oggetto con uno script di simulazione numerica, anche complesso [Farr et al, 2009].

Gli studenti del Liceo sono stati aiutati dagli studenti del Tecnico Informatico, principalmente per lo sviluppo del linguaggio di programmazione.

Le simulazioni che sono state svolte fino ad oggi riguardano: il moto parabolico e calcolo della gittata, la relazione funzionale tra momento angolare, massa e raggio di un corpo cilindrico o sferico, la caduta di un corpo in aria , con calcolo della velocità limite e sua dipendenza dalla massa, densità del fluido e coefficiente di resistenza aerodinamica, il moto circolare uniforme e la forza centrifuga, impulso di una forza e conservazione della quantità di moto, urto obliquo.

Tutti i parametri delle simulazioni possono essere inseriti e modificati manualmente.

4. Analisi didattica

I mondi virtuali non possono sostituirsi, quando è possibile, a sperimentazioni fisiche reali, tuttavia sono un ambiente “gradevole”, sufficientemente “realistico” da permettere sperimentazioni e simulazioni didattiche efficaci.

La piattaforma Opensimulator permette, tra l’altro, la costruzione di un mondo virtuale dove più di un utente è sulla stessa piattaforma, consentendo una sperimentazione collaborativa in tempo reale. L’uso dei mondi virtuali finalizzato alla sperimentazione della Fisica può sembrare contraddittorio per una disciplina che si confronta con fenomeni reali naturali. I mondi virtuali sono, invece, un ambiente di apprendimento variegato; i docenti possono preparare lezioni interattive, con contenuti multimediali in un ambiente immersivo, gli studenti possono simulare e sperimentare fenomeni fisici anche complessi, che hanno il vantaggio di essere facilmente riproducibili.

Da un punto di vista didattico, i Mondi virtuali si rivelano un facilitatore motivazionale, iconico oltre che procedurale. Gli studenti sono invogliati, come per gioco, a sperimentare, analizzare dati, realizzare modelli fisici.

In molti casi l'impegno extrascolastico casalingo è stato, ma senza fatica, di diverse ore settimanali. Gli alunni sono più propensi a "studiare" attraverso uno strumento che reputano "familiare", alla "moda" e, inoltre, accompagnano, di pari passo, alla realizzazione di contenuti ed esperimenti, lo studio di un linguaggio di programmazione, finalizzato, per il progetto in esame, alla realizzazione di simulazioni fisiche.

I mondi virtuali, nella nostra sperimentazione, sono stati un pretesto per affrontare ex novo o approfondire temi poco trattati a scuola in Matematica, Informatica e Fisica quali l'aerodinamica, il calcolo numerico, la dinamica di corpi non rigidi, lo stesso concetto di teorica fisica.

Durante tutta la sperimentazione i gruppi di studenti hanno creato liberamente dei gruppi di scambio e condivisione di informazione ed in molti casi la "curiosità" di scoprire se il mondo virtuale fosse realistico ha "aperto" le porte verso la scoperta di fenomeni complessi (es. urto tra oggetti di forma articolata) e stimolato il confronto con i fenomeni fisici del "mondo reale".

5. Conclusioni

I mondi virtuali risultano un interessante facilitatore procedurale, per la realizzazione di esperienze didattiche disciplinari e multidisciplinari [A.A. V.V., 2013]. Sono uno strumento accattivante, per il docente, per veicolare conoscenze e competenze; si pensi allo storytelling, alla realizzazione di ambienti immersivi per la Storia dell'Arte, alla ricostruzione di ambienti storici [Vizzari, 2009].

I mondi virtuali sono anche ambienti realistici e le interazioni tra gli oggetti avvengono senza violare palesemente la fisica del nostro mondo reale. Attraverso un ambiente immersivo, gli studenti possono costruire un modello fisico che laddove non è sempre coerente con quello reale (ad esempio, l'avatar può volare), permette la modellistica di un fenomeno che avviene per scoperta e secondo un approccio tipicamente scientifico.

Il paradigma di riferimento è il costruttivismo, gli studenti non sono più fruitori passivi, ma il processo di apprendimento diventa la manipolazione di casi concreti, dove gli alunni sono stimolati alla riflessione, all'analisi, all'apprendimento per esperienza.

Nell'anno scolastico 2015/16, con gli studenti dell'Istituto Tecnico Kennedy indirizzo informatico e Liceo Scientifico Scienze Applicate IIS Cattaneo Mattei, è stato avviato un progetto pomeridiano che ha avuto per oggetto la realizzazione di un mondo virtuale basato sulla Fisica e lo Sport. Nel progetto sono state affrontate esperienze di fisiche che hanno riguardato la cinematica e la meccanica. L'ambiente di Opensimulator ha spinto gli studenti a confrontarsi con esperienze non sempre realizzabili con la strumentazione dei laboratori scolastici (rotazioni di corpi rigidi di forme variabili, caduta dei corpi, urti, aerodinamica di corpi estesi). Sono state condotte attività sperimentali sia

qualitative sia quantitative sulla fisica stessa dell'ambiente di apprendimento, altre attività sono state simulate numericamente.

Il progetto è ancora attivo e a partire dal prossimo anno, lo si vuole rendere sistematico nelle ore di Fisica ed Informatica in un Liceo Scientifico, indirizzo Scienze Applicate. L'obiettivo è estendere le esperienze di meccanica alla sperimentazione della conservazione dell'energia, delle leve, della dinamica di oggetti flessibili e realizzare simulazioni fisiche che riguardano i fluidi e la termologia.

I mondi virtuali non possono sostituire certo fisica del mondo reale, e gli esperimenti reali sono sempre da preferire, però sono un valido strumento per realizzare esperienze significative, perché usano un linguaggio vicino al mondo de ragazzi, permettono di realizzare ambienti di apprendimento basati sul coinvolgimento attivo degli studenti che imparano facendo, per prove ed errori. La fisica del mondo virtuale ha permesso agli studenti di attivare una meta riflessione sulla fisica del mondo reale e laddove il simulatore violava la fisica reale, gli studenti hanno realizzato delle proprie simulazioni numeriche coerenti o hanno sperimentato in laboratorio.

Lo sviluppo della didattica dei mondi virtuali, ad oggi non sempre nati esplicitamente per fini didattici, permetterà di realizzare ambienti di apprendimento multidisciplinari, dove gli studenti possono condurre, anche da casa, simulazioni fisiche e numeriche, laddove il simulatore può diventare uno strumento non solo di verifica di un fenomeno fisico noto, ma anche di previsione di un fenomeno più complesso.

Bibliografia

A.A. V.V., Didattica in Mondi Virtuali, Bricks, 3, 3, 2013

Berger, S., Virtual 3D World for physics Experiments in Higher Education, Master Thesis, 2012

Desiderio, A. C. et al., La didattica nei mondi virtuali: esperienze formative in Second Life, Je-LKS, 5, 2 , 2009

Farr W. M., et al., An experiment in using virtual worlds for scientific visualization of self-gravitating systems, Journal of virtual worlds research, 2, 3 , 2009

Vizzari, A. R., Mondi virtuali: scenari immersivi per la didattica, Mundus: rivista di didattica della storia, 3 / 4, 1 /2, 2009