

Albert, Al & Bart

e la relatività speciale

[Albert, Al & Bart and the special relativity theory]

**Francesco La Regina, Giuseppe Laria, Giovanni Posella,
Elena La Regina, Daniela Fiorelli**

OGM Animation Studios – via Frugiuele 39, 87100 Cosenza, Italy

E-mail: info@ogm3d.com

Abstract – *Il presente articolo illustra la realizzazione di uno strumento multimediale 3D finalizzato proprio all'apprendimento di nozioni di fisica. Ossia un approccio didattico innovativo per promuovere messaggi tra un pubblico giovane attraverso differenti linguaggi per stimolare la conoscenza e l'attenzione. L'idea alla base è l'esplorazione in via alternativa alla classica lezione frontale, per determinare percorsi di apprendimento più dinamici e diretti che riescano a fornire dei miglioramenti significativi [1].*

Il cortometraggio ha un personaggio protagonista e quattro non protagonisti, è girato interamente in computer graphics (CGI) in quattro differenti location virtuali, con nove diversi schemi di illuminazione. Un simpatico scienziato dalla chioma fluente, Albert, spiega cos'è la relatività speciale mostrando quali effetti subisce Bart, il suo assistente rimbalzello, quando viaggia a velocità vicine a quella della luce.

Keywords – *M-Learning, Edutainment, CGI, Cartoon, Fisica, Relatività*

1. INTRODUZIONE

Nel 1905, un giovane fisico Tedesco, Albert Einstein, invia alla rivista scientifica "Annalen der Physik" un articolo su "L'elettrodinamica dei corpi in movimento" nel quale sostiene che la velocità della luce è costante in qualsiasi sistema di riferimento e che il principio di relatività galileiano è valido per ogni sistema fisico in moto relativo uniforme.

La Teoria della Relatività Speciale si rivela, così, piuttosto complessa da capire soprattutto in relazione a quella che è l'esperienza comune, probabilmente anche per la mancanza di strategia nel comunicare le conoscenze scientifiche [2].

2. LO SVILUPPO DEL PROGETTO

Le ricostruzioni digitali necessitano di una rappresentazione attenta degli oggetti presi in esame, questo per garantire un notevole coinvolgimento durante la visione. Un approccio, questo, che cerca di portare nella progettazione di prodotti didattici la dimensione ludica del sapere, ossia un uso innovativo delle nuove tecnologie con cui si propone la fruizione di conoscenze educative. Difatti quando impariamo giocando, abbiamo voglia di tornare indietro e rifare tutto da capo, perché si raggiunge un livello di attenzione tale da consentire un apprendimento reale [3].

Le ambientazioni riprodotte in computer graphics per questo lavoro sono state preventivamente studiate e progettate intendendole come vere e proprie scenografie cinematografiche. In seguito sono stati realizzati i modelli presenti nelle scene, nello specifico, per rendere l'idea del lavoro di modellazione, si può ricorrere alla metafora dello scultore, il quale partendo da forme semplici, quali possono essere cubi (blocchi di marmo), ne deforma la struttura per giungere alla riproduzione desiderata (la statua).

Nell'ordine le fasi di realizzazione del progetto sono state: soggetto e sceneggiatura, storyboard, doppiaggio, modellazione, animazione, rendering, post-produzione, montaggio e distribuzione.

2.1. Analisi delle fasi

La sceneggiatura inizia dal soggetto, vale a dire dalla storia che si intende narrare. Infatti non esistono regole precise per comporla, tuttavia l'atto conclusivo è che il pensiero iniziale degli autori venga fedelmente riprodotto attraverso le parole. Questo per tenere presente che il rapporto con gli spettatori è qualitativamente determinato dalle tecniche usate in fase di scrittura della sceneggiatura. Nel nostro lavoro infatti questa fase ha richiesto molto tempo, in Fig. 1 sono riportate alcuni screenshot dello storyboard.



Fig. 1. Estratto dello storyboard

Essendo diversa la realizzazione di un cartoon da quella di un qualsiasi video in computer graphics, è stato necessario anche per questa fase la presa in esame di caratteristiche precise, come ad esempio la preventiva registrazione dei dialoghi in una prima fase. Questo per offrire una tempistica migliore per la sincronizzazione labiale dei personaggi.

Nel nostro prodotto gli scenari modellati sono stati quattro: lo studio di Albert, un esterno, l'interno dell'astronave ed infine lo skydome; ed i personaggi usati nell'ordine di apparizione sono Albert, Bart (assistente), Al (fratello gemello) e Dio, come riportato nella Fig. 2.



Fig. 2. Personaggi

È stato possibile creare rappresentazioni di oggetti reali partendo da primitive solide messe a disposizione dai software di modellazione. Nella modellazione delle ambientazioni il più delle volte si ha a che fare con oggetti inorganici dalla geometria semplice che non necessitano né di particolari dettagli, né dell'applicazione di tecniche sofisticate. Là dove è necessario, il livello del dettaglio può essere aggiunto in fase di shading.

Molto più articolata è la fase di modellazione dei personaggi, in questo caso, infatti è necessario l'utilizzo di strumenti e tecniche di notevole complessità. Per la realizzazione di tali forme organiche si usano alcuni particolari algoritmi che provvedono a modificare l'andamento delle curve di collegamento tra i vertici che compongono i modelli. Molto efficace, in questo senso, è l'algoritmo di suddivisione superficiale (detto anche di Catmull-Clark) il quale provvede a trasformare le superfici piatte che compongono il modello in superfici curve apparentemente prive di spigoli marcati.



Fig. 3. ambiente di modellazione e animazione

La fase di texturizzazione è quella durante la quale vengono applicate al modello 3D le texture, ossia rivestimenti per le superfici degli oggetti. La definizione delle superfici è uno degli aspetti fondamentali della fase di lavoro, in grado di conferire all'oggetto maggiore comprensione rispetto ad una semplice visualizzazione wireframe. Per tale motivo gran parte del lavoro deve essere dedicato alla definizione delle diverse superfici che compongono la struttura. Per fare un esempio, si possono creare le increspature di una superficie di legno senza modellarle, applicando una bump-map ad una superficie liscia, senza per questo appesantire la topologia dell'oggetto.

L'ambiente esterno è stato realizzato utilizzando procedure meno immediate, infatti, anziché modellare l'andamento irregolare di un terreno, è stato sufficiente creare una superficie rettangolare con un certo numero di suddivisioni ed applicare una displacement-map, la quale, a differenza della bump che influisce sulle normali di incidenza della luce, modifica la posizione dei punti che compongono l'oggetto in base alle variazioni cromatiche.

In tutto ciò, non si può prescindere da uno studio approfondito delle luci e di come ad esse reagiscono le superfici degli oggetti. A tal fine, si

prendono in esame gli oggetti reali e studiarne le caratteristiche di riflessione, rifrazione, dispersione luminosa e quanto altro incide sulla resa realistica dell'oggetto.

In Fig. 4 è mostrato un dettaglio della scenografia in cui è possibile vedere delle texture piane (la lavagna e il poster) e una bump-map (le screpolature del muro).



Fig. 4. Dettaglio della scenografia

Viste le finalità didattiche del progetto, per evitare di distogliere l'attenzione dell'utente, gli ambienti sono stati arricchiti di innumerevoli particolari, il che potrebbe sembrare una contraddizione in termini. Prendiamo ad esempio l'arredamento dello studio. Ci sono libri sparsi ovunque, anche sul pavimento. Ogni libro ha una copertina diversa. La sedia è usurata dal tempo. La vetrinetta è socchiusa. Pallottole di carta fuori dal cestino della spazzatura.

Per la fase di rendering è stato necessario un lungo periodo di calcolo, durante il quale diversi computer, collegati tramite rete, hanno elaborato i singoli fotogrammi della composizione. Al fine di snellire i tempi di produzione anziché usare algoritmi complessi quali il radiosity, si è preferito simularlo tramite un'attenta sistemazione delle luci all'interno delle scene. In tal modo si è potuto dedicare un maggiore studio sulla resa realistica dei capelli di Albert, come mostrato in Fig. 5.



Fig. 5. Simulazione dei capelli

In base alla location, varia il tipo di luce da utilizzare. Per gli interni sono state utilizzate più luci, ognuna della quali ha caratteristiche e funzioni differenti. Per simulare le luci primarie, sono state adottate delle point light, le quali servono a simulare una sorgente di luce puntiforme quale può essere una normale lampada. In alcuni casi è stato necessario inserire luci aggiuntive per creare un'atmosfera maggiormente accattivante. Nello specifico, l'aggiunta di alcune spot-light in corrispondenza delle point, ha permesso di aumentare il contrasto della scena e di generare delle soft shadows simili a quelle che troveremo in un ambiente illuminato da luci puntiformi.

Per gli esterni, è necessario utilizzare delle luci di tipo distant, le quali generano fasci di luce parallele in grado di riprodurre l'illuminazione solare e aumentare il coefficiente di luce globale. Questo parametro va ad influenzare la visibilità delle zone d'ombra eliminando le zone di buio totale, impossibile da trovare in ambienti all'aperto.

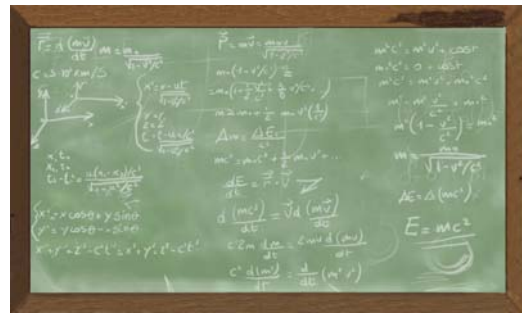


Fig. 6. Esempi di texture

Anche i colori scelti, insieme alle luci, ed influenzati da queste, sono serviti a veicolare il messaggio. Nello specifico si è scelto di utilizzare quasi esclusivamente i colori primari, come mostrato in Fig. 6, il che permette di catturare l'attenzione del target scelto.

Viceversa si è voluta marcare ancora la differenza fra interni ed esterni anche con l'utilizzo dei colori. Ciò perché questa differenza non è una semplice contrapposizione fra location diverse che impongono metodi di ripresa cinematografica diversi, ma è una vera e propria dicotomia semantica.

I colori degli interni sono costruiti sui toni del grigio e del bianco, quelli degli esterni su colori molto più saturi e tutti con una base tonale contenente una precisa quantità di giallo. La dicotomia semantica sta nelle coppie interno/teoria esterno/pratica.

È una metafora del metodo scientifico.



Fig. 7. Set virtuale e simulazione delle luci

L'intero cortometraggio è basato sullo schema: spiegazione, esperimento, riscontro. Che altro non è che la formalizzazione di una teoria, l'ideazione di un esperimento e la sua applicazione per verifica, ed infine la formulazione di corollari alla teoria che la rafforzino basandosi sui risultati confermati dall'esperimento.

Particolare attenzione è stata data al passaggio fra le sezioni che, vista la diversità, sarebbero potuto sembrare troppo lontane fra loro, a tal fine è stato inserito un trait d'union. L'escamotage cinematografico usato come legame tra teoria prima ed esperimento poi è stato una carrellata. La scena è quella in cui Albert esce dallo studio per andare all'esterno (vedi Fig. 7), sede dell'esperimento, svelando così che la stanza è in realtà l'allestimento di un set cinematografico e serve proprio ad unire i due scenari, di conseguenza i due modi di approcciare la realtà.

2.2. Stile cinematografico

Scelta dei colori e realizzazione delle texture sono state effettuate parallelamente, in quanto attività complementari. Le texture, infatti, hanno un ulteriore scopo oltre ai due già esposti di riempimento della scena e di messaggio subliminale tramite colori, sono state utilizzate anche come mezzo di comunicazione in sé.

Si tratta in generale di regole che coinvolgono molto il *tono di voce* utilizzato e che derivano da due fattori: sono state imposte dai primi autori cinematografici digitali che non avevano punti di riferimento preesistenti e sono conseguenza diretta di alcuni trucchi utilizzati per ovviare ai limiti tecnici di un mezzo in piena evoluzione. Le prime comprendono la citazione dei classici del cinema e

l'auto-citazione delle proprie altre opere, sia passate che future. Le seconde possono essere, ad esempio, il riutilizzo o l'adattamento di modelli già sviluppati in precedenti progetti. Il formato cortometraggio ed in particolare il cartoon in animazione tridimensionale si sta imponendo come nuovo genere cinematografico ed ha le sue prime regole *de facto* che permettono di distinguerlo.

Sul muro alle spalle di Albert ci sono una lavagna dove è riportata la dimostrazione della formula $E=mc^2$ ed un poster riportante i progetti della Delorean, macchina del tempo del film "Ritorno al Futuro". Non è casuale neppure la presenza di una lampada sulla scrivania di Albert che vuole essere un omaggio al primo cortometraggio della Pixar "Luxo Jr".

Il protagonista stesso è una caricatura di Albert Einstein in camice da laboratorio, indumento inusuale per il grande scienziato. Ad accompagnare il protagonista nei suoi esperimenti troviamo Al, un improbabile fratello gemello, che rimane giovane e aiutante avendo viaggiato per molti anni alla velocità della luce e che è un'ovvia allusione al Paradosso dei Gemelli formulato dallo stesso Einstein.

Infine Bart, è una palla rossa con una simpatica faccina che fa da cavia per gli esperimenti dello scienziato. Ad un certo punto del filmato, infatti, viene spedito su un'astronave in grado di viaggiare a velocità vicine a quella della luce per dimostrare che mentre all'interno dell'astronave il tempo sembra passare normalmente, da un punto di osservazione esterno, il tempo passa molto più lentamente.

2.3. Distribuzione

A prodotto ultimato, si è passati all'ultima fase del lavoro, ossia la distribuzione. È stato realizzato un DVD in 4 lingue: italiano, inglese, spagnolo e francese.

Sono stati realizzati anche la locandina (Fig. 8), le cartoline, il sito internet [4] e la cartella stampa.

Albert, Al & Bart e la relatività speciale è stato proiettato a:

- Arcacorti Film Festival, Rende – Italia
- Napoli COMICON, Napoli – Italia
- Whip.zip, Roma – Italia
- ANIMAGO Awards, Stoccarda – Germania
- Inventa un Film, Lenola – Italia
- ilCORTO.it Festa di Roma, Roma – Italia
- Mendicino Corto, Mendicino – Italia
- CyBorg Film Festival, Anghiari – Italia
- Un ciak a..., Roggiano Gravina – Italia
- Riviera dei Cerdi FF, Cetraro – Italia
- Short Video Exhibition, S. Fili – Italia
- Jonio in corto, Ali Terme – Italia
- Indyvision, Corsico – Italia
- Cuneo Film Festival, Cuneo – Italia

è stato trasmesso da:

- TVuno – Argentina

- Corticontra channel – Italia

ha partecipato a:

- Prix Ars Electronica, Linz – Austria
- Visionaria, Siena – Italia
- Net Independent FF, Roma – Italia
- Discovery on Film, Rovereto – Italia

è stato candidato per:

- Miglior attore, Arcacorti Film Festival
- Miglior corto educativo, Animagio Awards
- Miglior cartoon italiano, Inventa un Film
- Premio del pubblico di internet e Miglior animazione, ilCORTO.it Festa di Roma
- Miglior animazione, CyBorg Film Festival
- Premio del pubblico, Jonio in corto
- Miglior cortometraggio, Indyvision

ed è stato premiato come:

- Miglior corto educativo, Mendicino Corto
- Menzione speciale, Un ciak a...
- Miglior opera prima, Riviera dei Cedri FF

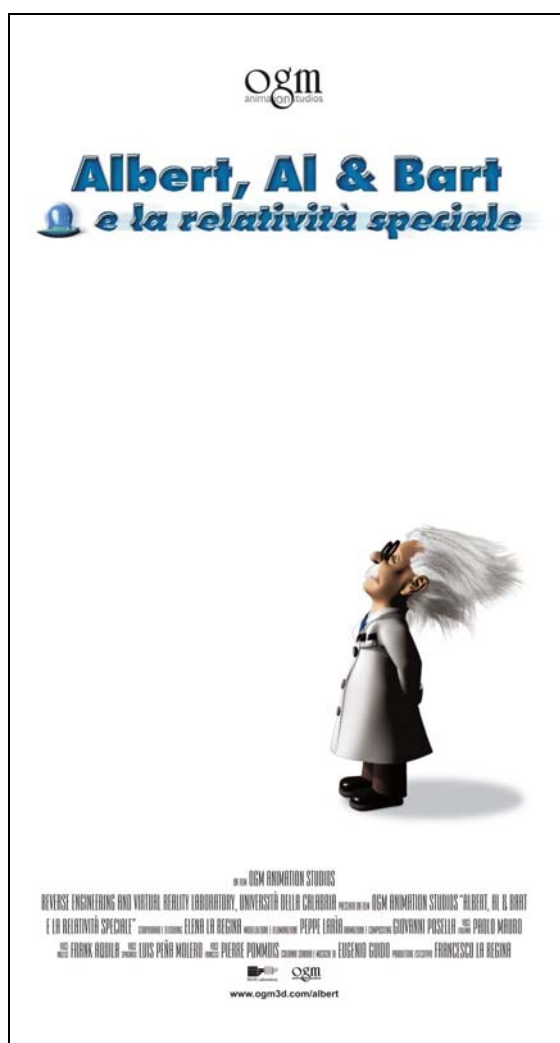


Fig. 8. La locandina

3. OBIETTIVI DIDATTICI E CONCLUSIONI

L'oggetto della spiegazione affidato al nostro personaggio virtuale è la teoria della relatività speciale, con lo scopo di avvicinare anche un pubblico più giovane ai temi della fisica. Infatti il target a cui ci siamo rivolti comprende una fascia dai 10 ai 13 anni.

Il nostro Albert, con un linguaggio scientificamente semplificato, spiega che *“quando si viaggia ad una velocità vicina a quella della luce, succedono cose strane. Se noi che stiamo fermi guardiamo qualcosa che sfreccia dritta davanti a noi velocissimamente, possiamo osservare due effetti particolari.*

Prima di tutto vediamo questo oggetto accorciato, come se si schiacciasse. Ma la cosa più strana è che le lancette del suo orologio girano più lentamente di quelle del nostro.

Non è un effetto ottico, sono due cose che succedono realmente!

Se, invece di stare fermi, ci mettessimo a cavallo di questo oggetto, saremmo schiacciati ed il nostro orologio andrebbe più lentamente. Starà succedendo a noi, anche se non ce ne accorgeremo! [5]

Tutti i giorni viaggiamo, ma nessuno vede questi due fenomeni perché nessuno raggiunge velocità così alte. Pensate che l'automobile più veloce, la Ferrari, viaggia al massimo a 350 Km/h mentre la luce va ad oltre 1 miliardo di Km/h”.

Alla spiegazione teorica, il nostro grande scienziato accompagna i giovani spettatori nella visione dell'esperimento che, con l'ausilio del suo assistente, dimostra come funziona sostanzialmente il metodo scientifico.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori intendono ringraziare il Prof. M. Muzzupappa e l'ing. F. Bruno per l'immane sostegno dato durante le fasi di lavoro.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] A. Calvani, *I nuovi media nella scuola. Perché, come e quando avvalersene*, Carocci, Roma Italia, 1999.
- [2] A. Einstein, *Come io vedo il mondo; La Teoria della Relatività*, ed. Newton Compton, Roma Italia, 1974.
- [3] D.H. Jonassen, *Learning with Technology: a Constructivist Perspective*, Prentice Hall, Old Tapan NJ USA, 1998.
- [4] <http://www.ogm3d.com/albert/>
- [5] A. Einstein, *Relatività: Esposizione divulgativa*, Boringhieri, Torino Italia, 1960.