

Videomisurare lo Squat-Jump

Matteo Ruffoni

Insegnante presso CFP industria Artigianato Enaip di Arco e collaboratore del LiTsA (Lab innovazione Tecnologica a Supporto dell'apprendimento Unitn)

mattruffoni@gmail.com

Prologo

Da anni mi sono appassionato alla promozione dell'uso di Software Libero nella scuola. Ho sempre cercato di lavorare in maniera trans-disciplinare con i miei colleghi insegnanti. Sono da tempo preoccupato per il "rifiuto" che la scuola oppone all'educazione all'utilizzo degli strumenti tecnologici personali: si preferisce acquistare decine di tablet piuttosto che utilizzare gli smartphone già in possesso degli allievi, cosa che permetterebbe un considerevole risparmio. Solitamente si giustifica questa scelta adducendo motivazioni di equità, non tutti gli allievi posseggono uno smartphone, e/o di controllo, con il cellulare ci si distrae, cosa che è anche frutto del rifiuto ad educarli nell'usarlo.

I miei allievi passano tutto il loro tempo incollati ai loro cellulari, dicono di saper usare il PC, ma in realtà lo usano come se fosse una play-station oppure per proseguire su facebook la lunga teoria di sms cominciata il mattino sui banchi di scuola. La sola risposta di sistema che ho visto dare

dalla scuola è l'ipocrita divieto all'utilizzo, persino in quei casi nei quali il cellulare (smartphone) dimostrerebbe la propria potenza senza alcun rischio: l'utilizzo come calcolatrice.

Dimenticavo: praticamente tutti i miei studenti hanno uno smartphone ... e quindi ho provato a pensare ad una attività coinvolgente, con un po' di fisica, un po' di matematica, un po' di movimento e soprattutto che impedisse l'uso improprio dei cellulari obbligando i miei studenti ad usarli per imparare, evidenziando anche, implicitamente, che il cellulare è un sussidio didattico "prezioso" per l'apprendimento personale.

Contesto e collaborazioni

Io insegno matematica, e grazie ad un veloce confronto con i miei colleghi disponibili – educazione fisica e fisica – ho potuto dare vita al progetto, progetto che ho ripetuto per tre volte in due scuole diverse e per due anni consecutivi:

- il primo anno nella mia scuola, il CFP Enaip di Arco (TN), con una prima classe in collaborazione con il mio collega Massimo Righi,
- il secondo anno ho riproposto i test nella seconda classe della mia scuola ed in due seconde classi dell'Istituto "Floriani" di Riva del Garda in collaborazione con i prof di educazione fisica, Franco Ignaccolo e Mauro Panzeri, ed i colleghi fisici, Soraperra e Muselli.

Prezioso è stato l'utilizzo della distribuzione Wiildos, nella quale OspTracker è preinstallato, sviluppata a Trento da Pietro Pilolli.

Descrizione "scientifica" dell'attività

Lo Squat Jump misurato con OspTracker

Videoriprendere in un setting appostito il salto dello *Squat Jump* (una delle prove che compongono il test di Bosco), analizzare il video ottenuto da un punto di vista cinematografico con *Osp Tracker*, modellizzare il salto e confrontare i diversi metodi di misurazione.

Lo Squat Jump e il Test di Bosco

«Il test di Bosco serve per cercare di valutare le caratteristiche morfologiche funzionali dei muscoli degli arti inferiori e le capacità neuromuscolari che un atleta possiede.

Si sottopone l'atleta a una batteria di test funzionali da campo. Le

prove da eseguire sono le seguenti: *Squat Jump* (SJ), *Counter Movement Jump* (CMJ), *Drop Jump 40 cm* (DJ) e 15 secondi di salti continui.



Fig. 1 – Squat Jump.

L'obiettivo del nostro "esperimento" è la misura dell'altezza dello Squat Jump.

«In questa prova il soggetto deve effettuare un salto verticale partendo dalla posizione di 1/2 squat (ginocchia piegate a 90°), con il busto eretto e tenendo le mani ai fianchi. ...» (da [http://www.calcio giovanile.net/test di bosco.htm](http://www.calcio giovanile.net/test_di_bosco.htm)).

La misura "tradizionale" dello squat jump

Tradizionalmente lo SJ si misura estrapolando l'altezza del salto dal tempo di volo ... usando come strumento un tappetino a conduttanza.

«Alla ripresa del contatto a terra, che dovrà avvenire a piedi iperestesi, il cronometro collegato al tappetino a conduttanza restituirà il tempo di volo del salto che sarà trasformato in centimetri secondo la formula $h = (\text{tempo di volo})^2 \times 1,226$ » (da <http://it.scribd.com/doc/90636516/La-Valutazione-Della-Forza-Con-l-ergojump>)

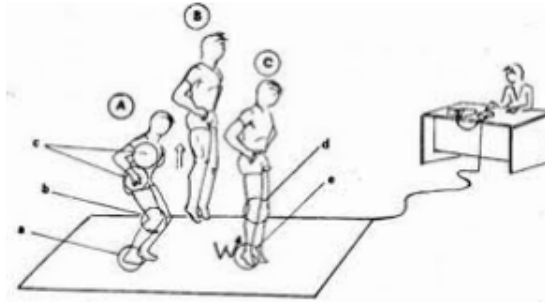


Fig. 2 - La misura tradizionale.

Nel paragrafo Un po' di fisica dopo aver ricavato il modello matematico (la parabola) del salto un paio d'ore di lezione di matematica possono essere dedicate alla spiegazione del perchè il tempo di volo ci fornisce attraverso la formula scritta l'altezza del salto.

Nel caso in cui il tappetino a conduttanza non fosse in dotazione la misurazione dell'altezza del salto avviene rilevando il tocco di una mano tesa verso l'alto del saltatore su un'asta graduata.

Setting

Nell'esperienza proposta in classe l'altezza raggiunta, ed anche il tempo di volo, vengono misurate direttamente tracciando con *Osp-Tracker* il video che riprende il salto dell'allievo sottoposto a test.

Facendo tesoro di alcuni errori commessi nell'esperimento condotto il primo anno ho provveduto a modificare il setting aumentando la distanza di ripresa, fissando il punto di ripresa all'altezza dell'ombelico e sostituendo il cerchio "bersaglio" con "segmento" bersaglio, un semplice pezzetto di scotch.



Fig. 3 – Setting prima esperienza 2011-2012.

Setting primo anno (2011-2012)

E' stato preparato il setting tracciando una linea per terra e con a fianco un'asta sulla quale è riportata in modo visibile la misura di un metro (nastro adesivo bianco), l'asta e la linea definiscono il piano immaginario sul quale deve avvenire il salto. Allo studente è stato applicato un punto di riferimento sull'ombelico, un cerchio bianco, ritenendolo la parte del corpo che sarà meno "disturbata" durante il salto e si manterrà sul piano di misura, perlomeno nella parte di movimento che ci interessa.

L'allievo si posiziona in piedi con le mani sui fianchi, come nella foto, questa posizione sarà usata come unità di misura di riferimento per misurare l'altezza del salto.

Setting secondo anno (2012-2013)

Come si può facilmente vedere dalle foto la maggior distanza di ripresa (5 metri) permette di ottenere un'immagine meno deformata dalla prospettiva.

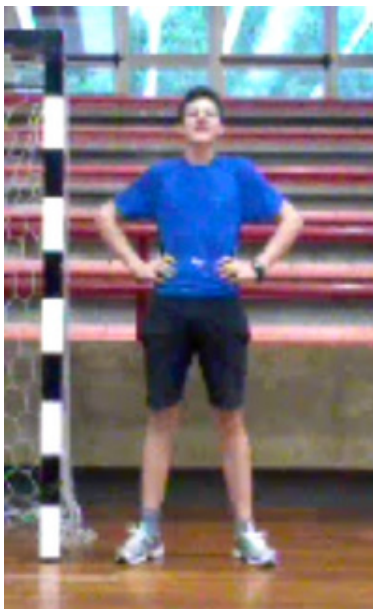


Fig. 4 – Setting seconda esperienza 2012-2013.

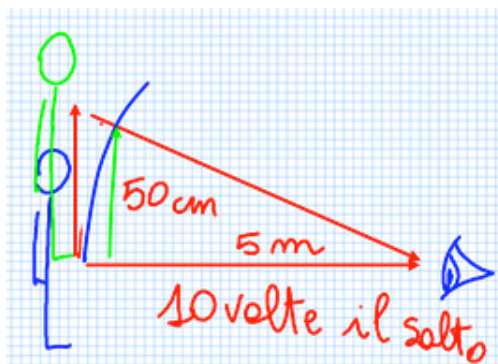


Fig. 5 – La distanza di ripresa a 5 metri rende trascurabile la “distorsione” dovuta alla prospettiva.

Il piccolo segno bianco sull’ombelico permette un tracciamento più preciso, anche se durante il salto poi il fermo immagine non restituisce un punto ma una piccola nuvola di posizioni, cosa risolta tracciando il centro della “nuvola”.

Differenza percentuale tra salto e percezione prospettica = $50-500\sin(\text{arccotan}(50/500))50$

Nota didattica sulla preparazione del setting

Conformemente alla classe a cui è stata proposta la preparazione del setting è stata occasione per discutere di prospettiva, di errore sistematico, di possibili soluzioni...

Osp-Tracker

Osp-Tracker è un programma per l'analisi video del movimento. E' costruito sul framework Java Open Source Physics (OSP). E' progettato per essere utilizzato in didattica della fisica. L'utilizzo per la misurazione del test di Bosco è un utilizzo non ortodosso, una "sublimazione" dello strumento software. Si deve importare un video sul quale va "tracciato" il moto di un corpo fotogramma per fotogramma. I punti tracciati sul video vengono riferiti a degli assi cartesiani e ad una asta di misura di riferimento posizionati sul video stesso. Nel nostro caso attraverso il tracciamento sul video viene misurato lo spostamento del punto bianco posto all'altezza dell'ombelico dell'allievo.

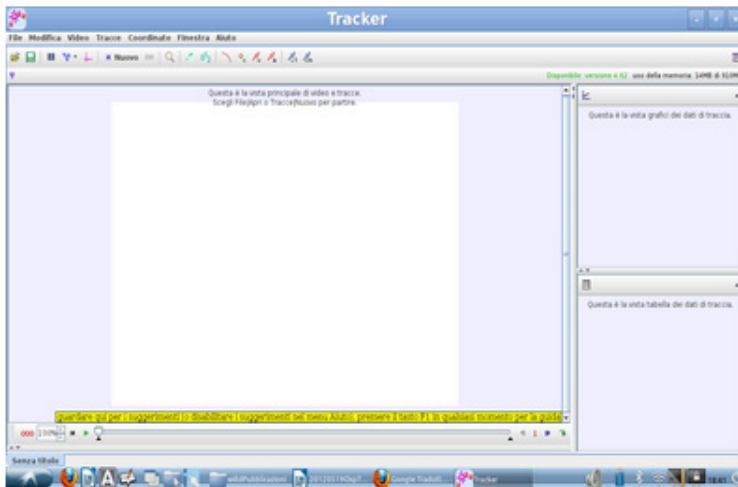


Fig. 6 – L'interfaccia di Osp-Tracker.

Alla fine del tracciamento Osp-Tracker restituisce un grafico ed una tabella della posizione in coordinate cartesiane riferiti al tempo.

Svolgimento e ripresa del test

Si comincia la ripresa, l'allievo sta fermo in piedi in posizione di riposo per circa un secondo (posizione di riferimento ad altezza 0), poi si piega sulle ginocchia e sta in posizione piegata per circa 2 secondi, in modo di "scaricare" l'effetto rimbalzo, e poi effettua il salto, si ferma la ripresa. La ripresa viene effettuata con un cellulare.

Operazioni di video analisi e misura con Osp-Tracker

Operazioni da effettuare per ottenere una misura dell'altezza raggiunta con Osp-Tracker:

- recupero e riordino dei file ed eventuale conversione in formati adatti ad essere importati in Osp-Tracker (mp4, avi, ogv),
- per ogni video devono essere fatte le seguenti operazioni:
 - importazione in Osp-Tracker,
 - tracciamento manuale (andrebbe studiato il tracciamento automatico),
 - scelta del punto di massa (l'ombelico),
 - posizionamento degli assi,
 - posizionamento dell'asta di riferimento,
 - tracciamento manuale,
 - salvataggio del file.trk,
 - lettura del valore massimo in ordinata (alcune volte in ascissa?),
 - esportazione dei dati in file.csv (opzioni: come formatto, tutte le celle),
 - raccolta dei valori: max altezza di salto, tempo di volo,

Altezza del salto e tempo di volo

L'immagine sottostante è uno screenshot di Osp-Tracker a lavoro finito. Sulla destra si può analizzare il grafico della posizione in un riferimento t,y (altezza). Si possono facilmente individuare l'iniziale riferimento in posizione di riposo $y=0$, la durata del tempo di "piegamento" prima del salto y costante negativa, l'arco di parabola che è il salto.

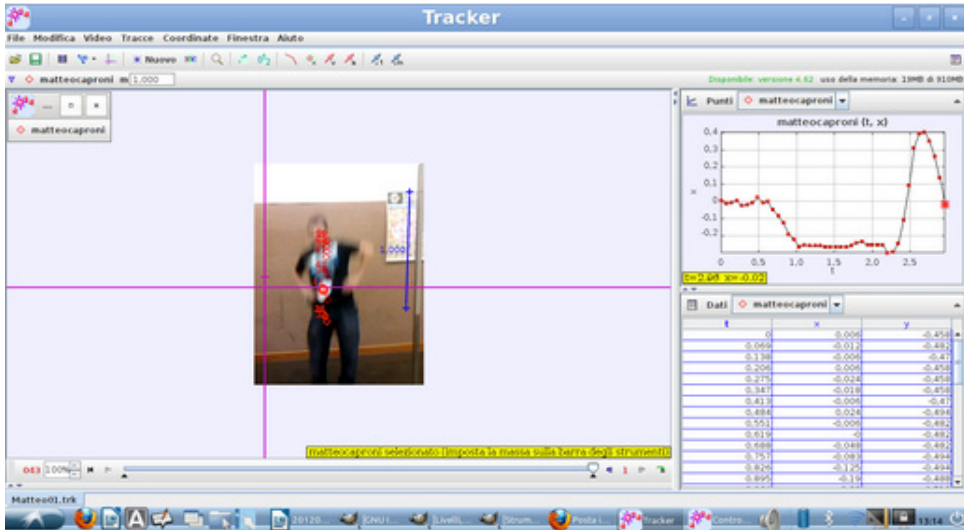


Fig. 7 – Osp-Tracker in azione, sulla sinistra il video tracciato a destra in alto il grafico e sotto i dati.

Per meglio analizzare i dati del salto ottenuti si è esportata la tabella dei dati da Osp-Tracker. La tabella è stata poi aperta con Calc, il foglio elettronico di Libreoffice, programma che permette di lavorare meglio sulle tabelle. Abbiamo così ottenuto una tabella a due colonne (tempo, ordinata) alla quale abbiamo aggiunto una colonna con i dati di una "ordinata calcolata" ottenuta attraverso la formula della parabola. Cosa che ci ha permesso di "modellizzare" il salto.

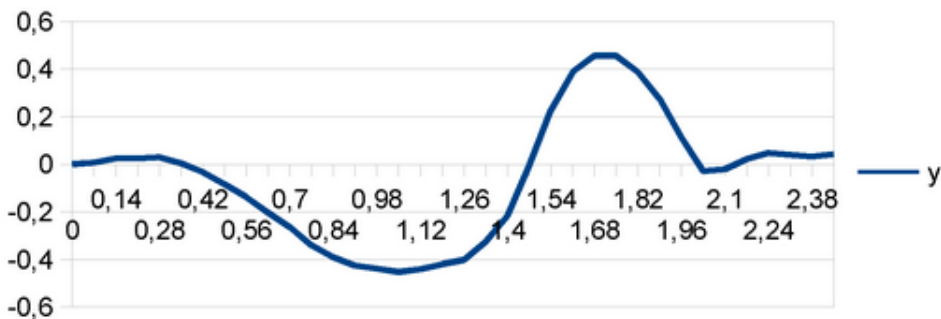


Fig. 8 – Grafico dei dati ottenuti dal video con Osp-Tracker.

Un po' di fisica

La linea blu che individua il salto nello SJ è una parabola in coordinate t, h l'equazione della quale è la seconda nel sistema che descrive il moto (moto parabolico).

$$\begin{cases} v(t) = v_0 - gt \\ h(t) = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

Ponendo $h=0$ nella seconda equazione, $-\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t = 0$

si ottengono le due soluzioni coordinate dell'intersezione della parabola con l'asse t 0 e $t_v = \frac{2v_0}{g}$.

$h=0$ nel salto corrisponde ai due momenti in cui l'allievo ha i piedi appoggiati a terra all'inizio e all'atterraggio.

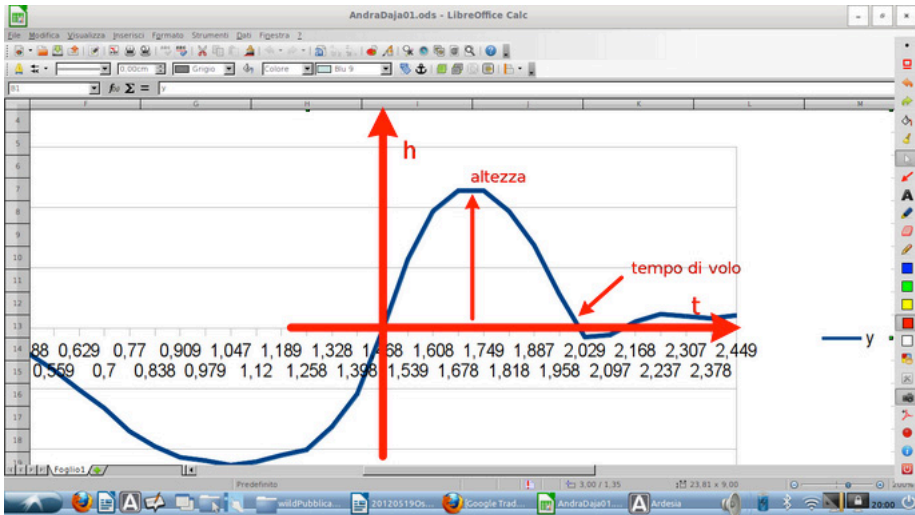


Fig. 9 – Grafico che mette in evidenza la “parabola”.

Poichè il tempo di volo lo possiamo misurare, dai dati di Osp-Tracker (con il tappetino a conduttanza) dalla seconda soluzione si ricava

la velocità iniziale in funzione del tempo di volo $v_0 = \frac{gt_v}{2}$.

L'altezza del salto (h_s) corrisponde all'ordinata del vertice della parabola e la si può facilmente ricavare in funzione della velocità iniziale (v_0)

$$h_s = \frac{v_0^2}{2g}$$

Con una facile sostituzione si può ottenere l'altezza del salto in funzione del tempo di volo $h_s = \frac{gt_v^2}{8} = 1,226 \cdot t_v^2$, spiegando così la formula "fortunatamente" trovata in rete.

Misurazioni di controllo

Al fine di controllare i risultati si deve tenere conto che la misurazione dello SJ può essere fatta in quattro modi di fatto indipendenti tra loro:

- in modo manuale facendo toccare con una mano un'asta graduata posizionata di fianco all'allievo sottoposto al test
- usando la formula altezza=1,226x(tempo di volo alla seconda) in formula $h=1,226 tv^2$
- rilevando direttamente il valore massimo del tracciamento in Osp-Tracker
- ricavando l'altezza dal valore massimo in punti rilevato WiiDynamic attraverso una proporzione punti-centimetri

Al fine di individuare errori casuali e sistematici sono stati effettuati alcuni test di controllo procedendo alla misurazione con tutte e quattro i metodi contemporaneamente: gli errori di misura le differenze nelle misurazioni sono state nell'ordine degli 1 o 2 centimetri.

Al fine di tarare meglio le misure sarebbe opportuno ripetere per più volte questi salti di controllo.

Progetto didattico

Le discipline coinvolte

- Educazione Fisica
- Matematica
- Fisica
- Informatica (competenze di base)

Obbiettivi di apprendimento

Conoscenze

Educazione Fisica

- Fisiologia funzionamento dei muscoli e standard attesi di prestazioni.

Fisica ed esperimenti

- Le equazioni del moto parabolico
$$\begin{cases} v = v_0 - gt \\ h(t) = v_0 t - \frac{1}{2} gt^2 \end{cases}$$

- Accorgimenti necessari a preparare un test: setting e correzione degli errori.
- Raccolta dei dati, errori ed approssimazioni.

Matematica

- Modellizzazione moto parabolico.
- Approssimazioni, geometria del setting, rapporti e proporzioni, unità di misura e trasformazioni.
- Accenni di statistica: raccolta valori e principali indicatori media, moda, mediana.
- Equazione della parabola.

Informatica e uso pc e device

- Software Osp-Tracker, WiiDyanamic, Calc.
- Funzioni del cellulare video e download su pc.

Competenze trasversali

- Preparazione del setting per la misurazione dei test
- Correzione degli errori di impostazione e degli eventuali errori di misurazione, casuali e/o sistematici.
- Utilizzo "di apprendimento" della funzione video del telefono cellu-

lare.

- Manipolazione, conversione, esportazione di file.
- Estrapolazione di risultati, modelli e statistiche.

Metodologia e organizzazione della classe

Gruppi cooperativi con un PC per gruppo e un pc per la raccolta dei dati della classe gestito da un paio di allievi insieme all'insegnante con proiettore per la condivisione del lavoro.

Tecnologia e sussidi

Per una classe di 25 allievi si può prevedere l'utilizzo di 5/8 cellulari, 5/8 pc, un proiettore per rendere "pubblica" la raccolta dei dati (facoltativo).

Attrezzature da palestra per il setting

Wiildos, Osp-Tracker, WiiDynamic, Wiimote e spot IR.

Tempi e modi di svolgimento, fasi di lavoro

I tempi di svolgimento dell'esperienza dipendono dal numero dei ragazzi coinvolti e dalle possibilità di organizzazione dei setting di test (multipli o singoli), si può facilmente prevedere che l'intero percorso possa impegnare da un minimo di 7 ore ad un massimo di 10.

- 1 ora lezione di Educazione Fisica per spiegare l'utilità dei test che verranno svolti,
- 1 ora di presentazione spiegazione sulle modalità di svolgimento delle attività:
- divisione della classe in gruppi cooperativi,
- 2 ore o più per effettuare i test e riprenderli con il cellulare e/o misurarli con wiidynamic, circa 12 SJ a gruppo,
- in palestra divisi per gruppi,
- 1 ora o più per il tracciamento dei video, la raccolta dei dati e l'analisi degli stessi:
- in classe divisi per gruppi,
- raccolta dei dati e loro proiezione è un buon feedback,
- 1 ora analisi dei dati e feedback sui test e sui contenuti,
- 1 ora analisi dell'attività revisione critica e feedback sulle modalità di lavoro (con brain-storming).

Apprendimento, coinvolgimento e motivazione degli allievi

In tutte e due gli anni scolastici le esperienze hanno coinvolto positivamente gli allievi. Pur non avendo svolto test di verifica dell'apprendimento, l'osservazione dei gruppi ha permesso di rilevare la maturazione delle competenze necessarie a condurre a buon fine l'esperienza.

Si sono evidenziate alcune differenze tra le scuole nella capacità di approfondire i concetti matematici, cosa probabilmente dovuta anche al fatto che le esperienze sono state fatte in classi, il biennio, che non hanno ancora affrontato lo studio della geometria analitica, e non vi è stato modo di ricavare del tempo per affrontarlo.

All'istituto tecnico Floriani, gli allievi sono stati comunque in grado di sostenere una presentazione dell'esperienza svolta usando il modello della caduta dei gravi.

Un po' meglio è stata svolta la registrazione, analisi e archiviazione delle misure da un punto di vista statistico, anche se, per averne la certezza, si dovrebbe ripetere l'esperienza con maggiore frequenza.

Molto buona la risposta motivazionale: l'esperienza ai ragazzi è piaciuta e lo hanno più volte manifestato chiedendone la ripetizione, anche se in questo caso, forse, un compito in classe alla fine ne smorzerebbe l'interesse

Sviluppi previsti (e sperati)

Affinamento ed ottimizzazione dell'esperienza per essere usata come strumento di misurazione di prestazioni fisiche a regime, sia da un punto di vista personale, sia statistico creando un reperto storico dei dati di classe.

Sviluppo della parte di raccolta e archiviazione e riutilizzo dei dati anche ad anni di distanza e/o dopo allenamenti specifici.

Aspetti critici/questioni aperte

Difficoltà nel posizionare l'esperienza nel corso di studi: alcune delle competenze richieste vengono apprese in tempi diversi nel corso degli studi superiori.

Alcune difficoltà dovute agli errori di misura.

L'esperienza andrebbe inoltre ripresa a distanza di tempo, forse anche proponendola come compito a casa, per permettere un lavoro maggiore di metacognizione, sia da un punto di vista delle conoscenze acquisite che

delle competenze, e della consapevolezza maturata, rispetto all'utilizzo dei software didattici che dei device personali.

Bibliografia/sitografia

Osp-Tracker <https://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

Progetto OSP [Open Source Physics](#)

Test di Bosco http://www.calcio Giovanile.net/test_di_bosco.htm

Wiildos <http://www.wiildos.it> e <https://sites.google.com/site/wiilava-gnadigitale/>

Bilancio consuntivo di una esperienza (2013)

Riva del Garda Maggio 2013

Progetto Squat Jump

Oggetto: misurare l'altezza dei salti con il cellulare, modellizzare il salto e analizzare i dati.

Insegnanti coinvolti: Ignaccolo, Pancheri, Soraperra, Muselli

Esperti: Matteo Ruffoni e Pietro Pilolli del LiTsA
(Laboratorio di innovazione Tecnologica a supporto dell'apprendimento Unitn)

Classi: 2A e 2D Tecnologico

Tempo impiegato: 8 ore per classe

Periodo di svolgimento: Gennaio – Giugno 2013

Cosa si è fatto:

- spiegato cosa sono i test Squat Jump
- videoripreso i test
- misurato i test sulle videoriprese effettuate
- spiegato la fisica del salto
- analizzato i modelli matematici
- analizzato i dati raccolti

Svolgimento temporale:

- 20 febbraio 2013 incontro con i professori di Educazione Fisica, Fisica e gli esperti per definire tempi e modi di svolgimento della attività
- 22/03, 5/04, 3/05 e 10/05 incontri con le classi
 - spiegazioni iniziali su: setting della prova, uso del software, spiegazioni fisiologiche, fenomeni fisici, analisi statistica
 - svolgimenti e videoripresa dei test
 - raccolta, tracciamento dei video col pc,
 - modellizzazione matematica e analisi dei dati
 - restituzione dei risultati e focus group sull'esperienza

Approfondimenti

Statistica

Un'ulteriore attività può prendere le mosse una volta raccolti e confermati i dati.

Analizzare statisticamente i dati raccolti, archivarli ed eventualmente confrontarli in futuro con altre batterie di test.

Multimedialità

....e ancora. Avendo a disposizione un po' di tempo non è difficile creare con il materiale video raccolta montaggi significativi, ad esempio sovrapposizioni con trasparenze, utili per la revisione critica delle modalità di effettuazione dei test, e probabilmente divertenti da un punto di vista "artistico".

WiiDynamic

In wiildos è presente il programma WiiDynamic che permette di rilevare la posizione di 4 punti di luce infrarossa dentro un piano di riferimento di 1024×768 punti ovviamente riferita al tempo.

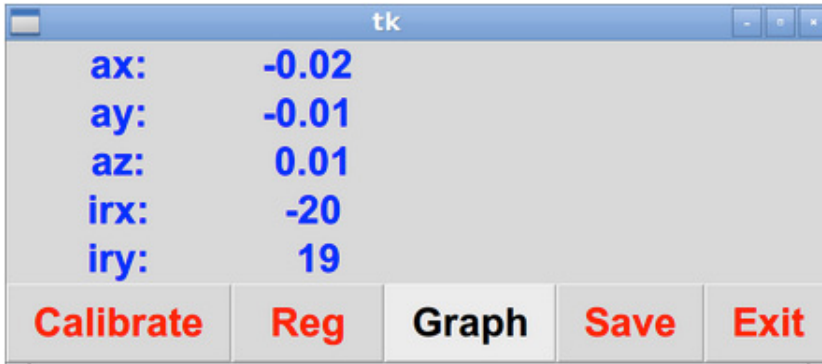


Fig. 10 – la finestra di WiiDynamic dove vengono evidenziati i valori di accelerazione e di posizione del led IR

Posizionando una "spia" Infrarossa composta da quattro led all'altezza dell'ombelico dell'allievo è possibile tracciarne il movimento durante il salto.

WiiDynamic si trova nella sezione scienza una volta avviato chiede di essere sincronizzato con lo wiimote attraverso la pressione dei tasti 1 e 2. Una volta sincronizzato permette di misurare anche le accelerazioni subite dallo wiimote.

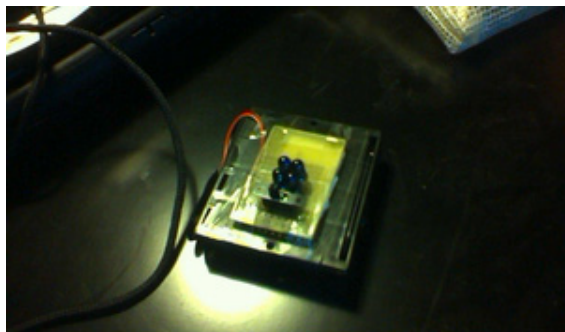


Fig. 11 – 4 Led infrarossi garantiscono un punto ben IR-luminoso per la rilevazione.

Nel nostro caso lo wiimote viene posizionato a mo' di telecamera ad una distanza di circa 2 metri dal piano di riferimento del salto ad una altezza di circa un metro. Con l'allievo in piedi in posizione di riposo viene calibrata la misura azzerando la posizione x,y (Calibrate) e poi premen-

do il tasto Reg si comincia la registrazione, con Stop viene fermata la registrazione Graph permette di ottenere un grafico (molto simile nella forma a quello ottenuto con Osp-Tracker) e Save produce un file csv dei dati rilevati.

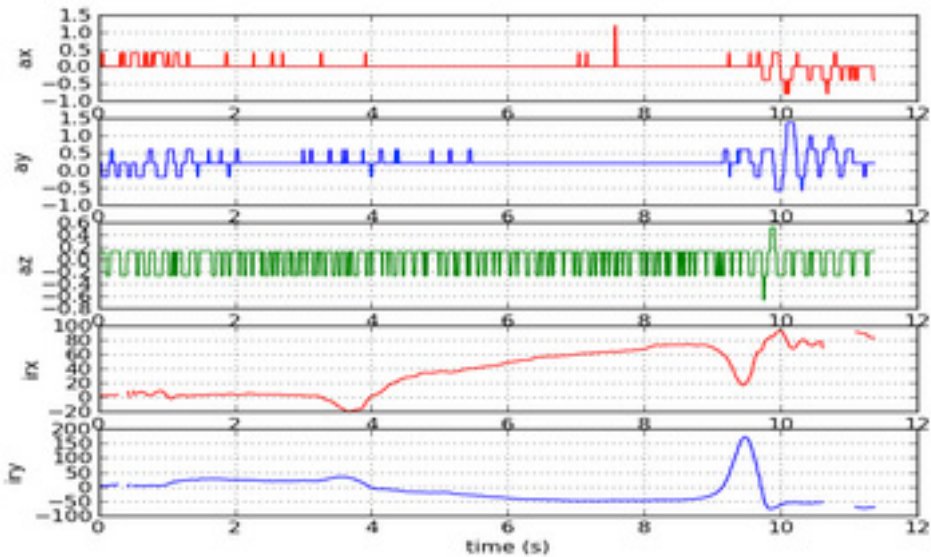


Fig. 12 - I grafici restituiti da Wiidynamic, la riga iry rileva il salto.

Prima di procedere alla misurazione si solleva di un metro la spia IR sul piano di riferimento per il salto, ottenendo così la proporzione

punti sollevamento:1 metro = punti rilevati salto: altezza del salto

Ad esempio in uno dei casi della nostra misurazione ad un metro sono corrisposti 466 punti così da permetterci di usare la proporzione $h \text{ (cm)} = (100 \cdot \text{punti}) / 466$.

Wiidynamic permette di ottenere un grafico "dinamico" (grazie alle librerie python), un grafico in formato png e permette di salvare i dati in formato csv.