

LA FISICA NEL PARCO GIOCHI FA BENE ANCHE AL CURRICULUM

PECORI¹ B.; FACCHINI¹, M.; PEZZI², G. y FASANO³, F.

¹ Dipartimento di Fisica, Università di Bologna

² Liceo Classico "Torricelli", Faenza (Ravenna)

³ Liceo Scientifico "Ricci Curbastro", Lugo (Ravenna).

Parole chiave: Fisica; Parco giochi; Accelerometro; Barometro.

INTRODUZIONE

Molti studenti di scuola secondaria hanno purtroppo poche possibilità di svolgere nelle loro scuole attività sperimentali di fisica e meno che mai in un laboratorio all'aria aperta come un parco divertimenti. Ecco quindi che la possibilità di effettuare un percorso di fisica come quello disponibile al parco di Mirabilandia (Ravenna) può diventare una esperienza unica: una disciplina come la fisica, troppo spesso ritenuta ostica, noiosa, ridotta a un insieme di formule da imparare a memoria, si può finalmente associare nella loro mente a un'esperienza gradevole nella quale i concetti acquistano tutta la concretezza legata all'esperienza percettiva e si sperimenta come "apprendere" non sia in antagonismo con una esperienza di puro divertimento. Per studenti e insegnanti inoltre questa è un'occasione per prendere contatto con attrezzature portatili di misura in tempo reale che possono essere poi usate a scuola per condurre esperimenti in laboratorio (Reno & Speers, 1995; Bakken, 2004).

IL PERCORSO DI FISICA A MIRABILANDIA

La vicinanza di uno dei parchi divertimento più grandi d'Italia, Mirabilandia*, e il desiderio di sfruttare il parco per realizzare esperimenti di fisica non fattibili in un laboratorio scolastico hanno spinto un gruppo di insegnanti del Liceo "Torricelli" di Faenza a sperimentare per primi nella primavera del 2002 un percorso didattico in un così detto "laboratorio senza pareti" (Foschi et al., 2002); da allora molte migliaia di studenti, provenienti da scuole di tutte le parti d'Italia, hanno partecipato a questo progetto (Pezzi, 2004). Nel percorso sono utilizzate quattro attrazioni, Eurowheel, Sierra Tonante, Carousel, Torri Discovery e Columbia, che offrono un'ampia gamma di possibilità di sperimentazioni concernenti argomenti di meccanica: da misure di tempi, velocità e accelerazioni, a studi del moto da diversi sistemi di riferimento, e ancora bilanci energetici e molto altro. Sono stati utilizzati strumenti di misura sia tradizionali sia *on-line*. In questo secondo caso si è trattato di sensori di accelerazione unidirezionali o a tre assi e di barometri, collegati ad una calcolatrice grafica mediante un'interfaccia. Il software utilizzato per la raccolta dati è particolarmente versatile e semplice da usare e permette di condurre una prima analisi dei dati nel parco stesso, immediatamente dopo la raccolta delle misure (Foschi & Pezzi, sito web). Il kit è assemblato all'interno di una valigetta (fig. 1) legata saldamente al corpo dello sperimentatore o alla struttura dell'attrazione.

* <http://www.mirabilandia.it/>



FIGURA 1
Il kit di misura

L'uso delle nuove tecnologie è essenziale per ottenere dati quantitativi di alcune grandezze fisiche (accelerazioni e variazioni di pressione) importanti nell'attrazione Eurowheel e in quelle più "adrenaliniche" come la Sierra Tonante e le Torri.

Eurowheel (fig. 2a), considerata una delle ruote panoramiche più alte d'Europa, permette con il suo dislivello di altezza, di misurare notevoli variazioni della pressione atmosferica grazie al sensore barometrico collegato all'apparecchiatura *on-line* e collocato sul sedile delle cabine.

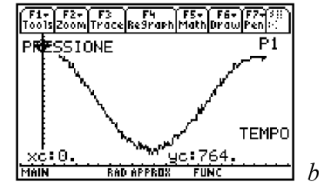


FIGURA 2
La ruota panoramica Eurowheel (a) e il grafico della pressione atmosferica (b)

Analizzando il grafico dei dati raccolti nel corso di un'intera rotazione (fig. 2b), si nota che la pressione atmosferica è massima alla partenza e al termine di un giro completo, cioè in corrispondenza dell'altezza minima della cabina di riferimento e minima in corrispondenza della posizione più alta raggiunta, ad una altezza di circa 84 m dal suolo. La variazione della pressione atmosferica misurata risulta corrispondente a tale dislivello.

La **Sierra Tonante** è un ottovolante con una struttura di supporto in legno, con uno dei più alti dislivelli di partenza in Europa (32,5 m). Mediante l'uso del sistema di acquisizione *on-line* collegato ad un barometro e un accelerometro a tre assi è possibile ottenere i profili altimetrici e d'accelerazione del treno lungo l'intero percorso. L'accoppiamento dei due sensori è essenziale per individuare la corrispondenza fra la posizione del treno sull'attrazione e i valori di accelerazione registrati. Come esempio si riportano accoppiati i grafici con l'andamento dell'accelerazione verticale e della pressione nella prima parte del percorso (fig. 3).

Il punto poco prima dei 60 s corrisponde al termine della prima discesa, in cui il treno ha trasformato in cinetica gran parte dell'energia potenziale acquistata salendo sulla sommità della collina più alta (da 25 s a 53 s) e quindi corrisponde all'istante in cui è massima l'accelerazione e la velocità.

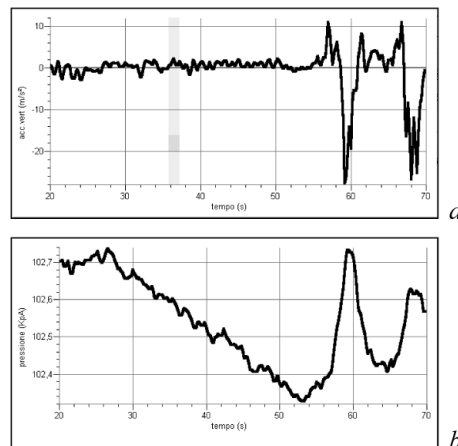


FIGURA 3
Andamento della variazione della componente verticale dell'accelerazione (a) e della pressione atmosferica (b)

E' interessante associare le sensazioni provate dai ragazzi durante una corsa con i valori d'accelerazione registrati dal dispositivo. In particolare, nel punto di massima velocità, il passeggero si sente più pesante del normale; l'elevata forza centripeta necessaria per mantenere la traiettoria curva è avvertita dall'osservatore sul carrello come una forza diretta verso il basso (fig. 4).

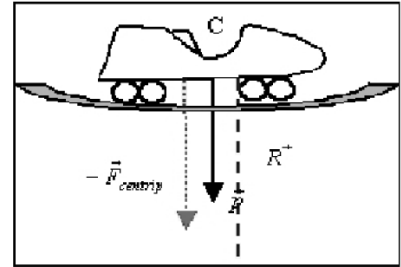


FIGURA 4
La composizione delle forze agenti sul passeggero

La risultante delle forze agenti sul passeggero determina una notevole sensazione di pesantezza e di schiacciamento verso il piano del vagone. Si misura in quella zona un'accelerazione fino a circa 4g, e, con misurazioni a terra, si stima una velocità del carrello di circa 90 km/h.

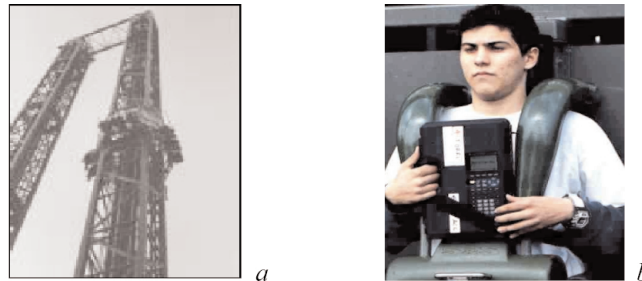


FIGURA 5
Le Torri (a) e un passeggero con kit di misura on-line (b)

Le **Torri Discovery e Columbia** (fig. 5a) sono costituite da due tralicci di metallo lungo i quali si muovono due cart, che possono trasportare un massimo di dodici persone ciascuno. Nella prima torre il carrello, sollevato fino alla cima, viene lanciato verso il basso, per poi rimbalzare e tornare verso l'alto, compiendo una serie di oscillazioni prima di fermarsi. Nell'altra torre il carrello viene "sparato" dal basso verso la sommità. Gli alunni possono salire su entrambi i cart con un sensore di pressione e un accelerometro unidimensionale, orientato lungo la direzione del moto, collegati al sistema *on-line* (fig. 5b).

Il grafico in figura 6 rappresenta gli andamenti iniziali della pressione e dell'accelerazione durante un viaggio sulla Discovery. Anche in questo caso per analizzare il moto del cart è importante confrontare il profilo barometrico con quello dell'accelerazione.

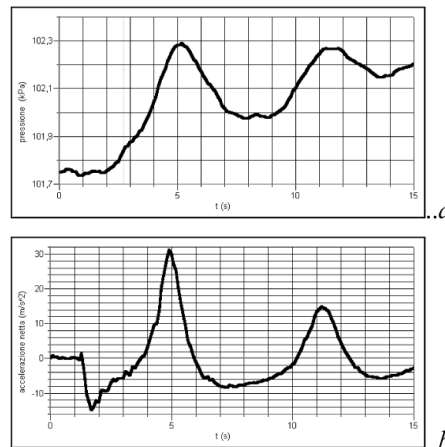


FIGURA 6
Andamento della pressione (a) e dell'accelerazione (b) in funzione del tempo sulla Discovery.

Si possono notare, circa al tempo 5 s, i due picchi nei grafici di pressione e di accelerazione, in corrispondenza del termine della prima discesa, seguiti, dopo alcuni secondi, da un altro picco dovuto alla seconda discesa.

INTEGRAZIONE NEL CURRICULUM

Alla luce dei risultati positivi ottenuti con centinaia di studenti fin dal primo anno di attività, è stata avviata successivamente una sperimentazione volta a individuare le condizioni per una efficace integrazione del progetto di attività a Mirabilandia con il curricolo scolastico di fisica. Questa esperienza ha coinvolto una classe terza del Liceo scientifico “Ricci Curbastro” di Lugo e si è svolta in collaborazione con l’insegnante della classe prof. Franco Fasano.

Piano di lavoro

Il lavoro si è articolato essenzialmente in tre fasi: una di preparazione in classe, una di esperimenti e rilevazione dati al parco e una finale di elaborazione e discussione dei dati in classe.

Fase preparatoria: Inizialmente è stata svolta una lezione nella quale è stato illustrato il lavoro da svolgere al parco e la strumentazione da utilizzare, consistente in una calcolatrice grafica TI-89 (o TI-83), una interfaccia portatile CBL-2 per l’acquisizione dati in tempo reale, un sensore di pressione e uno di accelerazione. Successivamente gli studenti sono stati addestrati all’utilizzo del programma DATAMATE per l’acquisizione dei dati. Le lezioni successive sono servite ad introdurre gli studenti alla acquisizione e interpretazione di dati simili a quelli che avrebbero poi raccolto nel parco, mediante prove da svolgere in classe con la raccolta di dati di pressione e di accelerazione. Per ogni prova la classe, assistita da un tutor (Michele Facchini) e divisa in gruppi, ha avuto a disposizione kit *on-line* e schede guida. Lo scopo della prima prova era osservare l’andamento della pressione atmosferica al variare dell’altezza durante la salita o la discesa di uno studente dal piano terra all’ultimo piano dell’istituto (fig. 7). La seconda prova riguardava lo studio del moto di un corpo sotto l’azione della forza gravitazionale, analizzato a partire dai dati di accelerazione. A questo scopo è stato ottenuto e studiato il grafico con l’andamento dell’accelerazione in funzione del tempo relativo alla “caduta” di uno studente da una seggiola² (fig. 8). Alla fine di ogni esperimento si è svolta una discussione sui risultati ottenuti. A conclusione di questa fase, una prova di verifica ha misurato il livello di preparazione raggiunto dagli studenti, soprattutto per quanto riguarda la interpretazione dei grafici sperimentali. La verifica comprendeva l’analisi di due grafici relativi a fenomeni nei quali si aveva rispettivamente una variazione di pressione e una di accelerazione nel tempo. I risultati sono stati più che soddisfacenti e hanno garantito che il successivo lavoro nel parco sarebbe stato effettivamente significativo per gli studenti.

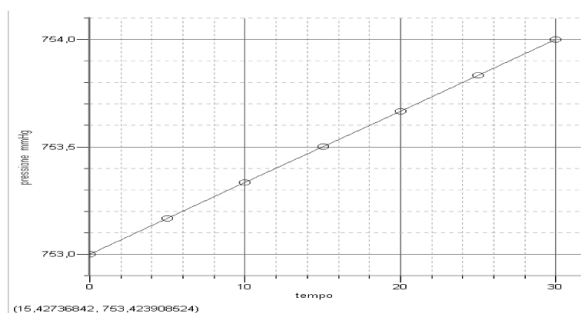


FIGURA 7

Andamento della pressione in funzione del tempo durante una discesa lungo le scale

2. In realtà si tratta di un salto da una seggiola, ma per evitare che il moto risultasse troppo complesso è stata evitata la fase iniziale di molleggio sulle gambe tipica del salto.

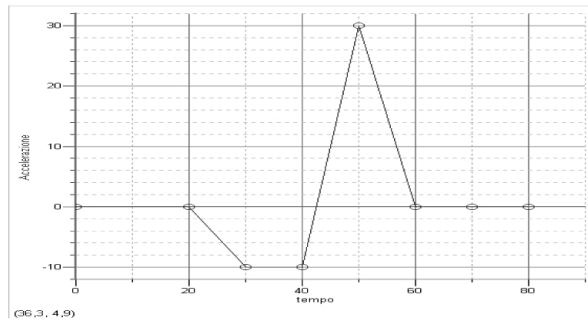


Figura 8
Andamento dell'accelerazione in funzione del tempo durante la "caduta" dalla sedia

Esperimenti al parco: Anche in questo caso la classe è stata suddivisa in piccoli gruppi di quattro, cinque persone, ognuno con un kit per le misure *on-line*. Il primo esperimento svolto è stato eseguito sulle Torri, dove gli studenti hanno potuto sperimentare gli effetti della forte accelerazione verticale sul proprio corpo. Attraverso la misurazione della variazione della pressione atmosferica e dell'accelerazione hanno potuto calcolare la velocità del carrello e l'altezza delle Torri. Trattandosi di un moto in cui l'osservatore si trova su un sistema di riferimento accelerato si è potuto successivamente discutere di sistemi di riferimento non inerziali e di forze apparenti. A tale scopo alcuni studenti sono saliti sull'attrazione tenendo in mano un bicchiere di carta pieno d'acqua; essendo il carrello accelerato verso il basso, con accelerazione maggiore di g gli studenti hanno visto l'acqua schizzare verso l'alto. Il secondo esperimento si è svolto sulla Sierra Tonante, effettuando misurazioni di accelerazione e pressione atmosferica, discutendo di forze centrifughe e centripete e analizzando il moto in termini di conservazione dell'energia. I dati raccolti durante la giornata al parco sono stati successivamente conservati per permettere una più dettagliata analisi a scuola.

Analisi dati: L'analisi è stata effettuata successivamente in classe con il supporto del software Graphical Analysis. Gli studenti hanno potuto osservare più in dettaglio l'andamento delle variabili nei grafici relativi a ciascun esperimento. A conclusione del lavoro è stata effettuata una verifica sommativa nella quale si chiedeva di analizzare il moto di un ascensore a partire dai grafici sperimentali di pressione e di accelerazione forniti (fig.9 e 10).

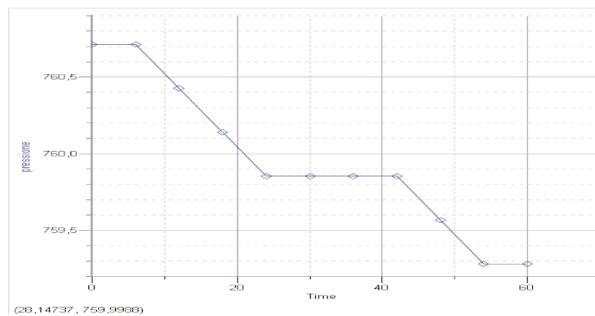


FIGURA 9
Andamento della pressione in funzione del tempo durante il viaggio in ascensore

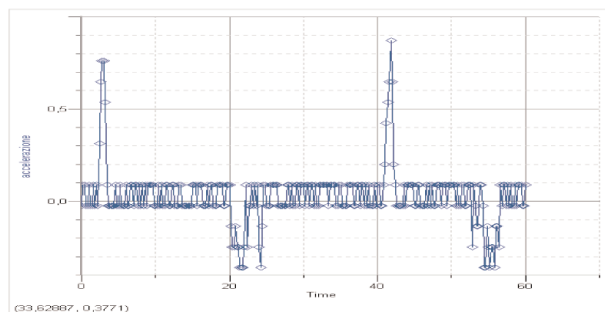


FIGURA 10
Andamento dell'accelerazione in funzione del tempo durante il viaggio in ascensore

I risultati della prova di verifica hanno evidenziato che più del 90% degli studenti aveva acquisito una notevole disinvoltura nell'interpretazione dei dati sperimentali e la capacità di associare grafici di grandezze diverse allo stesso fenomeno. Al di là dei puri risultati ottenuti da questa ricerca si è evidenziato un atteggiamento completamente diverso da parte degli studenti verso la Fisica, mirato al capire e non al memorizzare. Per una volta la Fisica non è stata vista come una materia noiosa e poco chiara, ma divertente e illuminante.

Valutazione dei risultati ottenuti: Il giudizio dell'insegnante della classe sul lavoro svolto e sui risultati ottenuti è stato molto positivo. Egli ha infatti potuto riscontrare che nel tempo pur limitato dedicato a questa attività (in totale 8 ore di scuola) non solo gli studenti hanno appreso l'uso di un sistema di misura che può essere utilizzato successivamente per affrontare molti altri argomenti del curriculum di fisica, ma soprattutto sono emerse subito e con chiarezza le difficoltà connesse all'apprendimento di alcuni concetti fisici coinvolti, permettendo un intervento tempestivo da parte dell'insegnante. Pur non avendo dati oggettivi riguardanti l'effetto di questa attività sull'immagine di fisica posseduta dagli studenti, sia i ricercatori che l'insegnante hanno avuto la percezione di un effetto positivo legato sia all'esperienza di vedere la fisica "al lavoro" sia alla possibilità, offerta dalle attrazioni, di confrontare la propria percezione dei fenomeni con la descrizione e l'interpretazione date dalla fisica. Su questi aspetti dell'apprendimento è comunque prevista nei prossimi mesi una raccolta di informazioni mediante strumenti specifici di valutazione.

CONCLUSIONI

La sperimentazione di integrazione delle attività al parco con quelle più strettamente curricolari ha messo in evidenza l'esistenza di un effettivo "valore aggiunto" legato a tali attività. Tale valore è certamente più alto quando la giornata al parco non rimane un evento isolato nel corso dell'anno scolastico, ma è corredata da "un prima" e "un dopo". Il "prima" è costituito dalla fase di preparazione che l'insegnante realizza con la classe svolgendo attività teoriche e sperimentali prima di andare al parco, il "dopo" è costituito dal tempo che si dedica, una volta ritornati a scuola, a riflettere sull'esperienza fatta e a rielaborare i dati. È importante infine sottolineare che questa esperienza ha portato buoni risultati non solo per quanto riguarda l'apprendimento dei concetti, ma anche in termini di un aumento dell'attenzione e del coinvolgimento da parte degli studenti nelle lezioni di fisica. Sulla base dei risultati positivi ottenuti è previsto nei prossimi anni un allargamento della sperimentazione ad un numero maggiore di classi, utilizzando come risorsa per i nuovi insegnanti coinvolti il materiale sviluppato e i risultati raccolti durante questa prima sperimentazione.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Liceo scientifico “Ricci Curbastro” di Lugo (Ravenna) per aver autorizzato la presenza in classe di uno degli autori (M.F.) e messo a disposizione le attrezzature della scuola.

Si ringrazia il Parco di Mirabilandia per aver facilitato questa sperimentazione consentendo l’accesso a materiali di documentazione relativi alle attrazioni e l’utilizzazione dell’attrezzatura per misure on-line.

BIBLIOGRAFIA

BAKKEN C. (2004) *Data collection at the Amusement Park*. Beverton, Oregon: Vernier Software and Technology

FOSCHI A. & PEZZI G. Fisica nel parco divertimenti di Mirabilandia. Unità didattica nel sito Cartesio:
http://www.cartesionline.it/argomenti/fisica_ud_mirabilandia.cfm

FOSCHI A., GUERRINI G., PAGLIALONGA L., PEZZI G. & L. RESTA L. (2002) Esperimenti di fisica on-line nel parco giochi di Mirabilandia. *Ipotesi*, 5(3).

PEZZI G. (2004) La fisica a Mirabilandia, bilancio di due anni di attività. *Ipotesi*, 7(2).

RENO C. & SPEERS R.R. (1995) Accelerometer Measurements in the Amusement Park. *The Physics Teacher*, vol. 33, p. 382.