

Clicker per l'apprendimento attivo della Fisica degli studenti dell'area Bio

Marisa Michelini, Alberto Stefanel¹

Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Matematica, Informatica, Fisica
Via delle Scienze 206, 33100 Udine

Marisa.michelini@uniud.it, alberto.stefanel@uniud.it

Efficaci percorsi di apprendimento si possono realizzare solo se il soggetto che apprende ha un ruolo attivo. Ciò diventa particolarmente cruciale nell'insegnamento/apprendimento di una disciplina come la Fisica proposta nei corsi di studio universitario dell'area Bio, dove essa ha un ruolo propedeutico e spesso viene percepita dagli studenti come un peso, piuttosto che come una risorsa. Le TIC offrono diverse possibilità per realizzare ambienti di didattica attiva/laboratoriale. Una particolarmente significativa è data dall'utilizzo dei clicker (risponditori automatici), utili soprattutto nel caso di grandi numeri di studenti. Nei corsi di Fisica di base dell'area Biologica dell'Università di Udine sono stati messi a punto moduli di insegnamento in cui si realizzano delle sessioni con i clickers, come attività di valutazione formativa oltre che di apprendimento collaborativo. Se ne esemplificano le caratteristiche progettuali documentandone gli esiti.

1. Introduzione

L'insegnamento/apprendimento della fisica nei corsi universitari dell'area bio è un problema che coinvolge diversi aspetti in prospettiva multidimensionale di ciò che Lilian McDermott [1992, 1996] definisce "functional understanding" dei concetti fisici, ossia competenza nel saper utilizzare i concetti appresi nei diversi ambiti del proprio specifico ambito di studio e nella propria professionalità. Ciò richiede una ri-progettazione del modo in cui la fisica viene proposta, l'offrire strumenti e metodi perché gli studenti siano in grado di utilizzare la fisica come competenza nei diversi settori, l'utilizzare strumenti e metodi in cui gli studenti giochino un ruolo attivo nell'apprendimento della fisica [Astin 1984; Bednar et al 1984], in cui le nuove tecnologie possono avere un ruolo centrale nel processo formativo [Dancy, Beichner 2006; Michelini et al. 2010; Michelini, Lambourne, Matelitsch 2010; Sokoloff 2011].

Negli ultimi due anni, presso l'Università degli Studi di Udine, sono stati studiati tre moduli di intervento basati sulla ricerca, tenendo conto degli aspetti di cui sopra, per i Corsi di Studio in C1-Scienze e Tecnologie Agrarie, C2-Scienze e Tecnologie dell'ambiente e della natura, C3-Viticultura ed Enologia, C4-Scienze degli alimenti e C5-Biotecnologie. I tre corsi prevedono rispettivamente 220 studenti di C1-C3, 200 studenti di C4 e 60 studenti di C5. Ogni corso comprende le diverse tematiche della fisica classica ed è suddiviso in tre moduli.

Seguendo Redish [Cummings et al. 2004; Meredith, Redish 2013] l'approccio alla fisica è offerto trattando le tematiche di fisica classica nei contesti di applicazione dei diversi ambiti (es. ambiente, sistemi di produzione agricola, viventi). L'attenzione è su diversi piani: quello della comprensione dei concetti; della loro applicazione alla interpretazione dei fenomeni quotidiani e dei fenomeni di interesse per le diverse tematiche; al problem solving.

Frequenti verifiche degli apprendimenti sono state condotte in modo informale e in modo formale tramite: questionari proposti con i Clicker, tradizionali quesiti con risposta a scelta multipla e questionari aperti, e solo per gli studenti C5 problemi aperti. Al termine di ogni valutazione dei risultati dell'apprendimento è stata proposta una discussione approfondita sui nodi di apprendimento emersi.

Si presentano qui le caratteristiche progettuali dei questionari con i clickers, le strategie di impiego, alcuni esempi del loro esito con gli studenti del gruppo C1-C4 con cui sono stati utilizzati nel corso delle lezioni in aula.

2. I clicker nella didattica scientifica

I risponditori in tempo reale (clicker) sono un'opportunità che la tecnologia ha sviluppato per la gestione interattiva delle attività didattiche, in particolare quando vengono realizzate in presenza con grandi numeri di studenti. I clicker sono tastierine alfanumeriche collegate in rete locale un hub collegato via USB al PC e gestite dall'elaboratore stesso, in genere tramite il software di gestione delle LIM. Alla presentazione di una domanda il docente attiva la fase di risposta definendo il tempo in cui tale risposte deve essere fornita e chiusura della procedura di risposta, che può attivare o meno la visualizzazione della statistica delle risposte. Si possono implementare quesiti di tipo: A) Vero/Falso; B) scala di Likert (es. Pieno Accordo/Accordo/Parziale disaccordo/Completo disaccordo); C) scelta multipla (A-B----E o 1,2...5); D) ordinamento (ordina i seguenti oggetti o valori); E) numerico; F) testuale. Tutti i clicker prevedono le risposte riconducibili alla scelta multipla, essendo dotati almeno di 6 tasti, mentre solo i clicker che prevedono una tastierina alfanumerica consentono le risposte di tipo E e F. Sono oramai diffusi diversi sistemi che utilizzano direttamente il Laptop, il tablet e recentemente anche gli stessi cellulari al posto dei clickers commercializzati per svolgerne le funzioni. Il fatto di essere degli strumenti dedicati, ne definisce anche ruolo didattico ed efficacia.

La letteratura concorda sull'efficacia dell'utilizzo dei clicker per una didattica attiva anche con grandi numeri di studenti in particolare per affrontare i nodi di apprendimento, i nodi cruciali di un percorso didattico [Beatty 2011]. Si sono dimostrati efficaci come strumenti per analizzare specifici punti di un percorso educativo, per stimolare la discussione ad esempio sui nodi concettuali tipici di una determinata tematica [Hobbs 2011]. In alcuni casi sono stati anche utilizzati per valutare l'apprendimento degli studenti [Corrada-Emmanuel et al 2007] e per effettuare esperimenti statistici in tempo reale [Irons 2011]. Esistono infine esperienze di interi moduli formativi di fisica che prevedono un uso sistematico dei clickers in attività di problem solving [Lane 2011, Lindaas 2011].

Le strategie più efficaci di utilizzo dei clickers sono quelle che favoriscono l'interazione tra i diversi soggetti coinvolti nel processo formativo (docente e studenti) [Beatty 2011, Hobbs 2011; Challapalli et al. 2012]. Uno stesso quesito può essere proposto due volte consecutivamente inframezzando alle due votazioni una fase di discussione a gruppi in cui ciascuno prova a convincere gli altri della correttezza della propria risposta [Whitney 2011; Cheng 2011; Stewart 2011]. La progettazione di una attività con i clicker richiede quindi una ampia fase preparatoria, nell'individuazione dei nodi problematici da affrontare, del collegamento con le altre parti del percorso didattico, dei tempi in cui si intende utilizzare i clicker, della strategia didattica con cui si vuole implementare l'interazione docente-studenti e l'interazione fra pari attraverso l'uso dei clicker, le modalità di discussione delle risposte date dagli studenti [Kortemeyer 2011].

Costituisce valore aggiunto di un'attività effettuata con i clicker, rispetto a una normale lezione in aula in cui si pone una domanda scrivendola alla lavagna o presentandola su una slide al computer, la possibilità di: a) far rispondere in modo effettivamente individuale a ciascuno studente, lavorando con un numero in linea di principio arbitrario di studenti, coinvolgendoli direttamente nel processo formativo; b) raccogliere in tempo reale le risposte ottenendo immediatamente la statistica di dette risposte; c) discutere in tempo reale l'esito con gli studenti; d) modificare il percorso formativo in base alle risposte rilevate; e) riproporre più volte lo stesso quesito (ad esempio prima individualmente e dopo che è stato effettuato un confronto tra pari, oppure in fasi o giorni diversi), potendo in tempo reale confrontare e commentare i diversi risultati. La necessità di effettuare una precisa progettazione dell'attività, per quanto non peculiare, è comunque elemento di valore [Beatty 2011].

3. I clicker per l'esplorazione dei nodi concettuali in fisica

Per la progettazione dei questionari coi clicker, di cui se ne forniscono due esempi nei prossimi paragrafi, si è fatto riferimento alla letteratura di ricerca sui problemi e processi di apprendimento delle diverse tematiche trattate [Duit 2009]. Da tali ricerche, sono stati individuati i quesiti che affrontano i punti cruciali del percorso didattico proposto durante il corso, per formulare quesiti per lo più con risposta a scelta multipla. Le opzioni sono costruite in base alle

tipiche risposte date da studenti e documentate nelle citate ricerche. Più domande di uno stesso questionario sono focalizzate sullo stesso nodo concettuale come occasione per costruire quella comprensione funzionale dei concetti di cui si è accennato nell'introduzione e monitorare tale processo di costruzione. Si sono evitate domande aperte, pure supportate dai clicker utilizzati (ActiveInspire della Promethean), in quanto tipicamente si ottiene una dispersione delle risposte così ampia da rischiare di inficiare gran parte dei vantaggi dell'uso dei clicker. Le domande sono state inoltre calibrate con difficoltà diversa in modo da poter anche essere utilizzate per una valutazione della learning progression degli studenti [Challapalli et al. 2012].

Per rendere chiaro e fruibile in breve tempo ogni quesito, il tipico format utilizzato per ciascuna domanda è stato: sintetica descrizione della situazione proposta (1-2 righe di testo), in genere illustrandola con un disegno, una foto oppure uno schema; domanda a cui si richiede di rispondere (1 riga); opzioni di risposta, anch'esse proposte nel modo più sintetico seppure esauriente possibile, all'interno delle quali vi è una sola risposta considerata corretta o più adeguata per il quesito proposto. La progettazione dei singoli quesiti, per quanto come si è detto in molti casi ripresi dalla letteratura, ha richiesto un lavoro di selezione in base a obiettivi su cui focalizzarsi (le tipiche difficoltà di apprendimento degli studenti, significative per il percorso didattico proposto [Duit 2009]), possibilità di formulare il quesito in base al format descritto, scegliendo situazioni che potessero essere formulate in modo semplice e risposte brevi, evitando quindi situazioni troppo complesse o quesiti che richiedessero formulazioni troppo articolate e ampio per essere comprese in modo chiaro e breve in 1-2 righe.

Le singole sessioni di uso dei clicker sono state di 30-45 minuti l'una e sono state collocate in fasi diverse di ciascuna parte tematica del corso, con obiettivo didattico diverso: all'inizio del modulo, come test d'ingresso per il modulo stesso; a metà del modulo, come momento di valutazione formativa, per focalizzare i punti di difficoltà; al termine della tematica, come rinforzo dei concetti affrontati durante le lezioni e attività di preparazione per l'esame conclusivo. Data la disponibilità di soli 56 clicker, per circa 120 frequentanti, gli studenti hanno lavorato in piccoli gruppi (1-2-3 studenti per dispositivo).

La strategia utilizzata nel proporre le singole domande è stata comunemente quella di proporre la situazione-problematica, presentare le opzioni di risposta, dando eventuali chiarimenti laddove richiesti, avviare la procedura di voto, commentare il grafico della distribuzione delle risposte, discutere i ragionamenti alla base delle opzioni proposte. In qualche caso, per valorizzare l'apprendimento cooperativo, è stata utilizzata la strategia di far discutere in piccoli gruppi gli studenti dopo la prima votazione e prevedere immediatamente dopo una seconda votazione e un'analisi degli aspetti risultati problematici.

Si presentano due esemplificazioni nel caso dello studio cinematico e dinamico del punto materiale e della statica dei fluidi.

4. Quesiti Clicker su cinematica e dinamica.

I quesiti proposti per la parte di cinematica e dinamica riguardano diverse problematiche relative al principio d'inerzia, al concetto di forza come interazione e al III principio della dinamica, al concetto di energia e sua conservazione. Sono stati inoltre inclusi quesiti relativi alla cinematica sul significato di velocità, all'associazione tra grafico delle grandezze cinematiche e fenomeno, con enfasi sul riconoscimento del significato fisico delle caratteristiche iconiche dei grafici, al concetto di accelerazione.

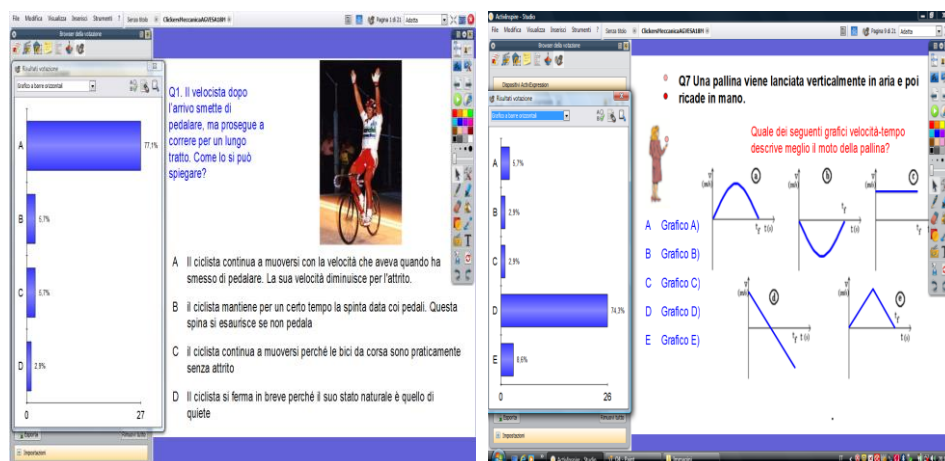


Fig. 1 - Quesiti clicker sul principio d'inerzia e i grafici del moto.

Nelle figure 1 e 2 sono riportati quattro tra i quesiti proposti, rielaborazione di quesiti del questionario FCI [Hestenes et al. 1992]. Ciascun quesito è corredato dalla distribuzione delle risposte date dagli studenti in una sessione effettuata con studenti di C1. I primi due quesiti propongono l'analisi di due semplici situazioni, già analizzate a lezione: Q1) un ciclista che arriva sul traguardo e, pur avendo smesso di pedalare, continua a muoversi - Spiegare; Q7) il moto di una palla lanciata verso l'alto e che ricade in mano - Individuare il grafico v-t. Questi quesiti pur avendo avuto una discreta percentuale di successo, come c'era da aspettarsi, hanno costituito un ostacolo per oltre il 25% degli studenti.

Più problematici, almeno per la metà degli studenti, sono risultati i quesiti Q9 e Q10 sulla traiettoria di un proiettile e sul concetto di accelerazione.

Alla base delle tipiche risposte date nel quesito Q10 (risposte c-d-e) vi è l'idea che il proiettile mantenga parte della spinta per un certo tratto e poi, una volta persa tale spinta, la traiettoria è verticale, modello storicamente associato alla teoria dell'impetus.

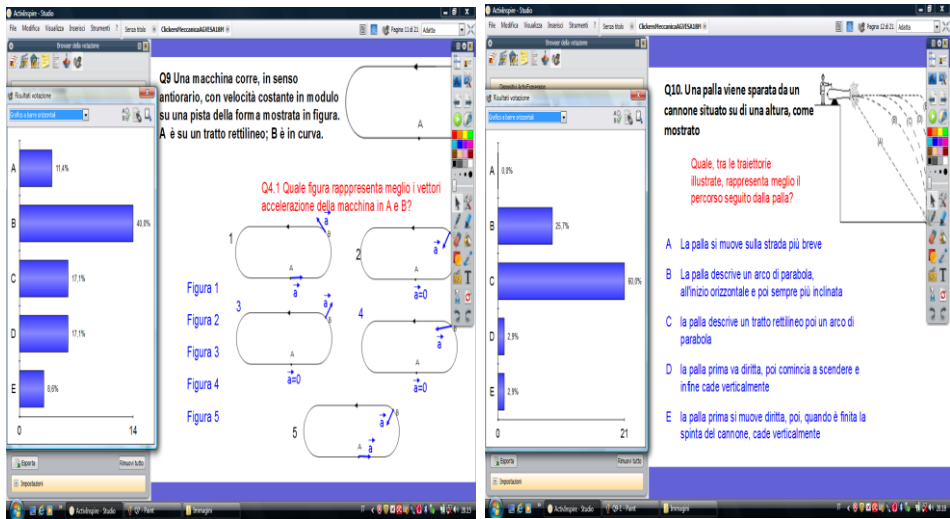


Fig. 2 - Quesiti clicker sull'accelerazione e la traiettoria di un proiettile

Il quesito Q9 propone la situazione di un moto uniforme su una traiettoria formata da due tratti rettilinei e due semicirconferenze. Focalizza sull'assenza di un'accelerazione solo se il moto è rettilineo e uniforme, e vi è invece un'accelerazione sempre laddove vi sia un cambiamento di direzione del moto. Nello specifico di un moto uniforme tale accelerazione è nulla nei tratti rettilinei e centripeta in quelli curvilinei (risp. 2). Le alternative proposte sottendono i ragionamenti che: Risp. 1 - vi è sempre un'accelerazione nella direzione del moto; Risp. 3 - vi è un'accelerazione centrifuga in curva; Risp. 4 - in curva vi è un'accelerazione con una componente centripeta e una nella direzione del moto; Risp. 5 - l'accelerazione è sempre tangente alla traiettoria come la velocità.

Nella Fig. 3 è riportato un quesito che implica il riconoscimento che l'aver la stessa velocità significa percorrere la stessa distanza nello stesso intervallo di tempo. Le risposte di senso comune evidenziate dagli studenti coinvolgono invece l'idea che due corpi hanno la stessa velocità se si trovano nella stessa posizione allo stesso istante, che sottende l'identificazione di posizione e spostamento e la costruzione della velocità come "spazio/tempo". Dalla prima delle due distribuzioni riportate in fig.3 tutte le opzioni di risposta sono state scelte in modo quasi uniforme dagli studenti nella prima votazione effettuata. Nella seconda votazione, effettuata dopo aver invitato gli studenti a discutere a gruppi per qualche minuto con l'obiettivo di convincersi vicendevolmente della correttezza della propria risposta, si è avuto un riscontro decisamente più positivo del precedente, evidenziando l'efficacia della strategia collaborativa adottata.

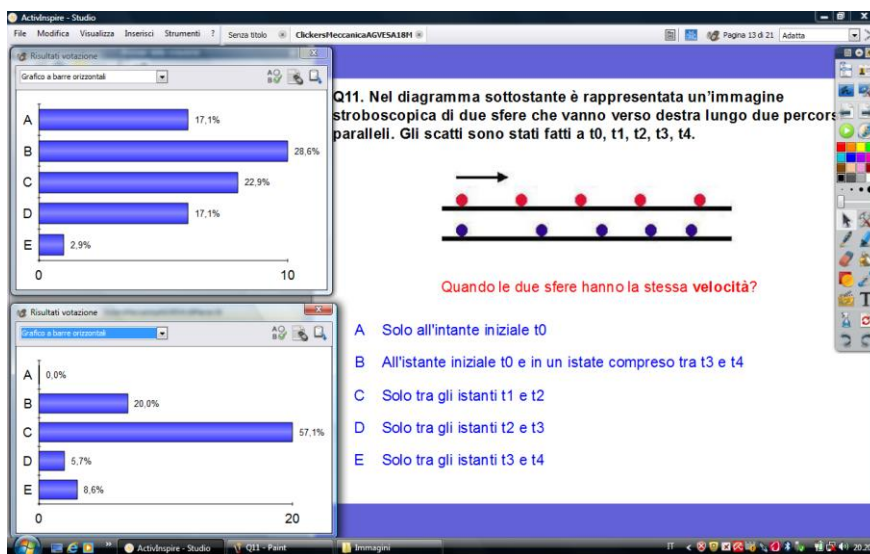


Fig 3. Il quesito illustrato riguarda il concetto di velocità

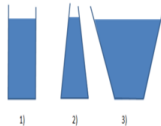
5. Quesiti clicker sulla fisica dei fluidi

Come ulteriore esempio si riportano alcuni quesiti della sezione dei fluidi, che sono stati proposti subito dopo aver introdotto il Principio di Pascal, ma prima di completare il modulo sui fluidi. In fig. 4 sono riportati quattro quesiti, tre che riguardano il Principio di Pascal in contesti diversi e uno sulla spinta di Archimede.

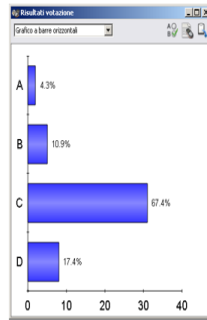
Da questo punto di vista risulta sorprendente il risultato del quesito B), in cui oltre metà degli studenti hanno dato la risposta coerente con il Principio di Pascal. Si può ipotizzare che ciò sia dovuto al fatto che il mercurio è distribuito con continuità lungo il recipiente a forma di N. La problematicità evidenziata dalle risposte prevalenti date al quarto quesito è sottesa al ragionamento che la spinta di Archimede è diversa in liquidi diversi, senza tenere conto del ruolo giocato dal volume immerso. Tale problematicità è associata anche a una difficoltà di fondo nell'analisi delle condizioni che garantiscono l'equilibrio di un corpo.

Considera i tre recipienti in figura, contenenti uno stesso tipo di liquido allo stesso livello.

La pressione sul fondo è:



- A maggiore nel caso 1
- B maggiore nel caso 2
- C maggiore nel caso 3
- D la stessa in tutti e tre i casi



A)

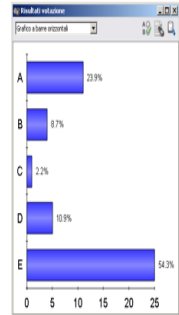


In figura è rappresentato un tubo a forma di N.

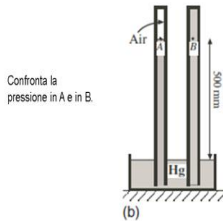
Qual è il punto in cui si misura la maggior pressione?

- A X, perché sopra ha più liquido
- B Y, perché è all'incrocio di due contenitori e sente la pressione di tutti e due
- C Z, perché è più in alto
- D Z, perché sente anche la pressione atmosferica
- E La pressione è più alta e la stessa in X, Y, Z

B)

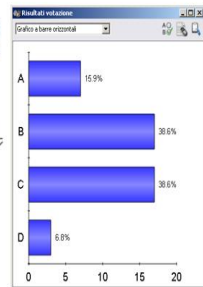


C)



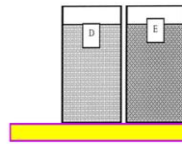
Confronta la pressione in A e in B.

- A La pressione in A è maggiore che in B
- B La pressione in A è minore che in B
- C Le pressioni in A e in B sono uguali
- D nessuna delle precedenti



Due cubetti identici (D ed E) sono posti in liquidi differenti con differenti densità. La spinta idrostatica agente sul cubo D è maggiore/minore/uguale alla spinta idrostatica agente sul cubo E?

D)



- A La spinta di Archimede su D è maggiore che su E
- B La spinta di Archimede su D è minore che su E
- C La spinta di Archimede su D è uguale che su E
- D Non si può stabilire

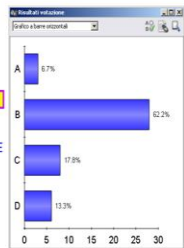


Fig.4 – Quesiti sui fluidi inclusi nel questionario con i clicker. Quesiti B)-C)-D) da (Loverude et al. 2010)

6. Conclusioni

Le nuove tecnologie informatiche offrono nuove opportunità per l'insegnamento/apprendimento in particolare per la possibilità di realizzare ambienti di apprendimento attivo in grado sia di favorire personali percorsi di apprendimento, sia di favorire l'apprendimento collaborativo.

I clicker o risponditori automatici sono uno strumento particolarmente efficace per questo obiettivo, potendo essere utilizzati in modo efficace anche con grandi numeri di studenti, come accade spesso nelle lezioni universitarie. Essi si sono dimostrati un importante strumento per attivare positivi percorsi di apprendimento sui concetti di base in fisica con studenti dell'area agraria presso l'Università di Udine.

Sono stati progettati questionari clicker da proporre agli studenti in fasi diverse degli insegnamenti di fisica dei corsi di studio di Agraria, Scienze

ambiente e natura, viticoltura ed enologia. Essi sono stati ri-elaborati a partire da quelli utilizzati nelle ricerche sui processi di apprendimento in fisica. Focalizzano sui principali nodi concettuali problematici per gli studenti e che sono rilevanti per i corsi proposti. Sono stati progettati per avere un format agile e di immediata fruibilità, pur coinvolgendo aspetti concettuali delicati e non banali.

Sono risultati particolarmente efficaci per l'apprendimento degli studenti perché hanno consentito il coinvolgimento personale e la collaborazione tra pari, aspetto particolarmente emerso quando si è abbinata alla proposta di un quesito anche la sua rianalisi in piccolo gruppo tra due votazioni successive.

6. Ringraziamenti

Si ringrazia la ditta Promethean che ha fornito in comodato d'uso gratuito i clicker Activeinspire con cui sono state condotte le attività.

Bibliografia

[ASTIN,1984] Astin, A. W. Student involvement: A development theory for higher education. *Journal of College Student Personnel* 25, 1984, 297-308.

[BEDNAR ET AL. 1984] Bednar A.K., Cunnigam D., Duffy T.M., Perry J.D, Theory into practice. in *Instructional technology*, J.C. Angelin ed., Libraries Unl.Englewood,1991;

[BEATTY 2011] Beatty I, Teaching with Clickers: How, for What, and with What Mind-Set?, University of North Carolina Greensboro, Greensboro, <http://ianbeatty.com/aapt-2011> .

[CHALLAPALLI ET AL. 2012] Challapalli S R C P, G.Fera, M. Michelini, A. Mossenta, E. Pugliese, L. Santi, A.Stefanel, S. Vercellati (2012) *L'uso dei Clicker per il coinvolgimento degli studenti di scienze della formazione nell'apprendimento della fisica*, in *Tecnologie Informatiche per la Didattica, Didattica 2012*, ISBN: 978-88-905406-7-7.

[CHENG 2011] Cheng K., A. Pietan, M. Calglar, and H. Dulli, Integration of Computer-based Pre-, in and Post-lecture Activities in Physics, AAAPT 2011, Omaha, 30 July-3 August, 2011. .

[CORRADA-EMMANUEL 2007] Corrada-Emmanuel, A., Beatty, I. D., & Gerace, W. J. Group Discovery with Multiple-Choice Exams and Consumer Surveys: The Group-Question-Answer Model, Dep. of Comp.Science, Univ. of Massachusetts Amherst, 2007.

[CUMMINGS et al. 2004] Cummings K., Laws P.W., Redish E.F., Cooney P.J., Taylor E. F., *Understanding physics* (Weley, Hoboken, NJ), 2004.

[DANCY, BEICHNER 2006] Dancy M. and Beichner R., Impact of animation on assessment of conceptual understanding in physics, *PRST Phys. Educ. Res.* 2, 2006,

[DUIT 2009] Duit, R. STECE - Bibliography on Students' and Teachers' Conceptions and Science Education, <http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/>.

[HESTENES et al. 1992] Hestenes D, Wells M, Swackhamer G Force concept inventory. *The Physics Teacher* 30: 1992, 141-166.

[HOBBS 2011] Hobbs R., Blurring the Lines: ILD's (and Other Activities) in an Integrated Lecture-Lab Environment, WS at AAAPT 2011, Omaha, 2011.

[IRONS 2011] Irons, S. H., The Monty Hall Problem Using Clickers, communication at AAAPT 2011, Omaha, 30 July-3 August, 2011.

[KORTEMEYER 2011] Kortemeyer G., The Assessment Continuum – Before, in, and After Lecture, AAAPT 2011, Omaha, 30 July-3 August, 2011.

[LANE 2011] Lane W. B. Self-Reported In-Class Emotional, AAAPT 2011, Omaha, 30 July-3 August, 2011.

[LINDAAS 2011] Lindaas S., A research methodology for Using Clickers, WS presented at AAAPT 2011, Omaha, 30 July-3 August, 2011.

[LOVERUDE et al. 2010] Loverude M.E., Heron P.R.L., Kautz C.H., Identifying and addressing student difficulties with hydrostatic pressure, *Am. J. Phys.* 78, 2010, 75-85.

[MC DERMOTT e SHAFFER 1992] McDermott, L. C., Shaffer, P. S., Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: *American Journal of Physics*, 60, 11, 1992, 994-1003.

[MC DERMOTT 1996] McDermott L. C. *Physics by inquiry*. Wiley, 1996.

[MEREDITH, REDISH 2013] Meredith D.C., Redish E.F., Reinventing physics for life-science majors, *Physics Today*, 66, 2013, 28-43.

[MICHELINI et al. 2010] Michelini M, Mossenta A., Mvondo S, Stefanel A, Vercellati S, Viola R, MPTL14, Stato e Prospettive della Multimedialità nella Didattica della Fisica, A cura di Anna Labella, Alfio Andronico, Franco Patini, *ATTI DEL CONVEGNO-Didamatica 2010*, ISBN 978-88-901620-7-7, 2010.

[MICHELINI, LAMBOURNE; MATELITSCH 2010] Michelini M., Lambourne R., Mathelitsch L. ed. *Il Nuovo Cim. C*, 33, 3, 2010.

[SOKOLOFF 2011] Sokoloff D, Active learning in lecture with interactive lecture demonstrations (ilds) including those using a personal response system (Clickers), *MPL16*. Lubiana, 2011.

[STEWART 2011] Stewart J. C. Electricity and Magnetism Self-Testing and Test Construction Tool, <http://physinfo.uark.edu/physicsonline>, 2011.

[WHITNEY 2011] Whitney H. Development of Active Learning Tools for a Course on Physics and Music, presented at AAAPT 2011, Omaha, 30 July-3 August, 2011.