



INNOVAZIONE DIDATTICA UNIVERSITARIA E STRATEGIE DEGLI ATENEI ITALIANI

**100 CONTRIBUTI
DI 27 UNIVERSITÀ A CONFRONTO**

a cura di

Filomena Corbo, Marisa Michelini, Antonio Felice Uricchio

Bari, 2019

Innovazione in didattica della Fisica nei corsi di studio dell'Area bio-agro-alimentare dell'Università di Udine

Daniele Buongiorno, Marisa Michelini, Alberto Stefanel, Lorenzo Santi
Università degli Studi di Udine

Introduzione

La Fisica è base per tutte le discipline scientifiche, con un ruolo particolarmente importante dove vi è una forte applicazione tecnologica. Il suo ruolo formativo e di strumento di lavoro per gli studenti e i professionisti dell'area bio-agro-alimentare sta diventando sempre più importante [1-2]. Sono state sviluppate diverse ricerche sulla didattica della fisica per studenti universitari di quest'area finalizzata a studiare come rendere l'insegnamento della fisica formativo ed efficace per l'apprendimento [6, 12, 21-22, 25]. Tra gli ambiti problematici vi sono i temi da affrontare, gli angoli d'attacco e contesti da scegliere, il ruolo del problem solving e della modellizzazione per attivare un apprendimento in cui le conoscenze di biologia e di fisica, si integrano a formare nuovi saperi [10], come affrontare coerentemente temi trasversali come l'energia [7, 24]. La sfida è mostrare come la fisica possa essere utilizzata per spiegare significativi processi e fenomeni biologici e naturali [3], come formalizzare i fenomeni biologici [20]. È inoltre importante produrre competenza nell'integrare conoscenze e metodologie di più discipline e valutarla [11, 24-25]. Non si tratta soltanto di contestualizzare esercizi, problemi e applicazioni, ma anche considerare problematiche proprie della biologia con strumenti della fisica e considerare problematiche che implicano competenze di entrambe le discipline [24]. Da oltre tre anni presso l'Università di Udine, negli insegnamenti di fisica dei corsi di studio di Biotecnologie, Agraria, Scienze per l'ambiente e la Natura, Viticoltura ed Enologia, Scienze degli alimenti coinvolgendo coorti di oltre 500 studenti per a.a., è stato attivato un processo d'innovazione didattica per la costruzione di moduli formativi basati sulla ricerca [5] per realizzare un insegnamento della fisica profondamente integrato con le aree e gli ambiti di interesse dei corsi di studio implicati. Nel presente contributo si sintetizzano gli elementi innovativi, rimandando per gli approfondimenti alle pubblicazioni realizzate [4, 15-17].

Domande di ricerca

Il presente contributo si concentra sulle seguenti domande di ricerca:

- RQ1: Quali approcci alla fisica si dimostrano più efficaci per l'apprendimento e la formazione degli studenti dell'area bio-agro-alimentare?
- RQ2: Per tale obiettivo, quale ruolo gioca un impegno d'alto livello degli studenti in attività di problem solving, analisi di nodi concettuali, laboratorio sperimentale?
- RQ3: Quale ruolo svolge per il successo formativo l'impegno degli studenti in attività di valutazione formativa continua?

Caratteristiche innovative dei moduli formativi di Fisica per l'Area bio

Si sono seguiti i suggerimenti del gruppo di Redish [10, 14, 22], per quanto riguarda la necessità di cambiare radicalmente approcci, peso dei contenuti trattati, aumentando per esempio la parte di fisica dei fluidi, a scapito di un approccio limitato alla meccanica del punto materiale [14, 22]. Si è assunto che è importante prevedere un impegno di alto livello degli studenti piuttosto che seguire approcci semplificatori che riducono il livello formativo e sono origine di ostacoli all'apprendimento [19]. Ci si è posti il problema di realizzare un attivo coinvolgimento degli studenti [9, 19] sia nelle attività in presenza, sia negli ambienti di e-learning che supportano l'attività formativa in particolare nel caso di grandi gruppi [8, 23]. Gli esempi sono presi da ambiente, produzione di cibi, focalizzando sugli aspetti in cui la fisica è importante per capire un fenomeno "bio". La fisica è stata proposta partendo da contesti e applicazioni delle aree bio. L'approccio adottato per avviare ogni tematica è stato quello di partire dall'analisi di un contesto proprio dell'ambito di studio, stimolando gli studenti ad individuare concetti e leggi fisiche coinvolte. Ad esempio, lo studio del moto è stato contestualizzato chiedendosi "Un ghepardo mentre caccia un'antilope la raggiungerà?" Il solito problema dell'incontro è diventato un problem solving basato sulle caratteristiche degli animali coinvolti (le velocità massime, le tipiche accelerazioni, la distanza coperta con la massima velocità...). L'analisi del moto dell'acqua in un fiume reale, piuttosto che la circolazione sanguigna, sono stati i contesti a partire dai quali è stata introdotta la fisica dei fluidi. La fluidodinamica è stata trattata, quindi, non solo in condizioni ideali ma anche nel flusso di fluidi in condizioni reali e in situazioni in cui ha un ruolo rilevante la tensione superficiale. La similarità di un circuito sanguigno e di un circuito in corrente elettrica continua ha permesso di mettere in luce l'importanza del concetto di circuito equivalente e la sua rilevanza nel descrivere sia il funzionamento di una membrana cellulare, sia la scarica di un fulmine nell'atmosfera. Per quanto riguarda i metodi, le attività in aula sono state proposte come *interactive lecture demonstrations* integrate con attività di problem solving, seminari e laboratorio. Ogni ora di corso è stata organizzata con 45 minuti di lezione interattiva e 15 minuti di questionari, esercizi, analisi di applicazioni. Alle attività di laboratorio è stato dato un ruolo rilevante, comprendendo oltre il 20% dei corsi, riguardando contenuti rilevanti come la spettroscopia e l'ottica fisica, permettendo agli studenti di sperimentare sia con materiali tradizionali, sia con sensori collegati con il computer. La valutazione continua degli apprendimenti è stata realizzata mediante questionari clicker, tradizionali a scelta multipla o aperti, portfolio delle attività svolte in presenza, in rete e in autonomia. In ogni insegnamento sono inoltre state effettuate due o tre prove intermedie, dimostrate molto efficaci per il raggiungimento del successo formativo. Nella figura 1 è riportata la distribuzione delle valutazioni nella prova finale d'esame dei 261 studenti che hanno sostenuto l'esame nella prima sessione, comprendenti circa la metà della coorte di studenti iscritti e pari a oltre il 70% degli studenti frequentanti.

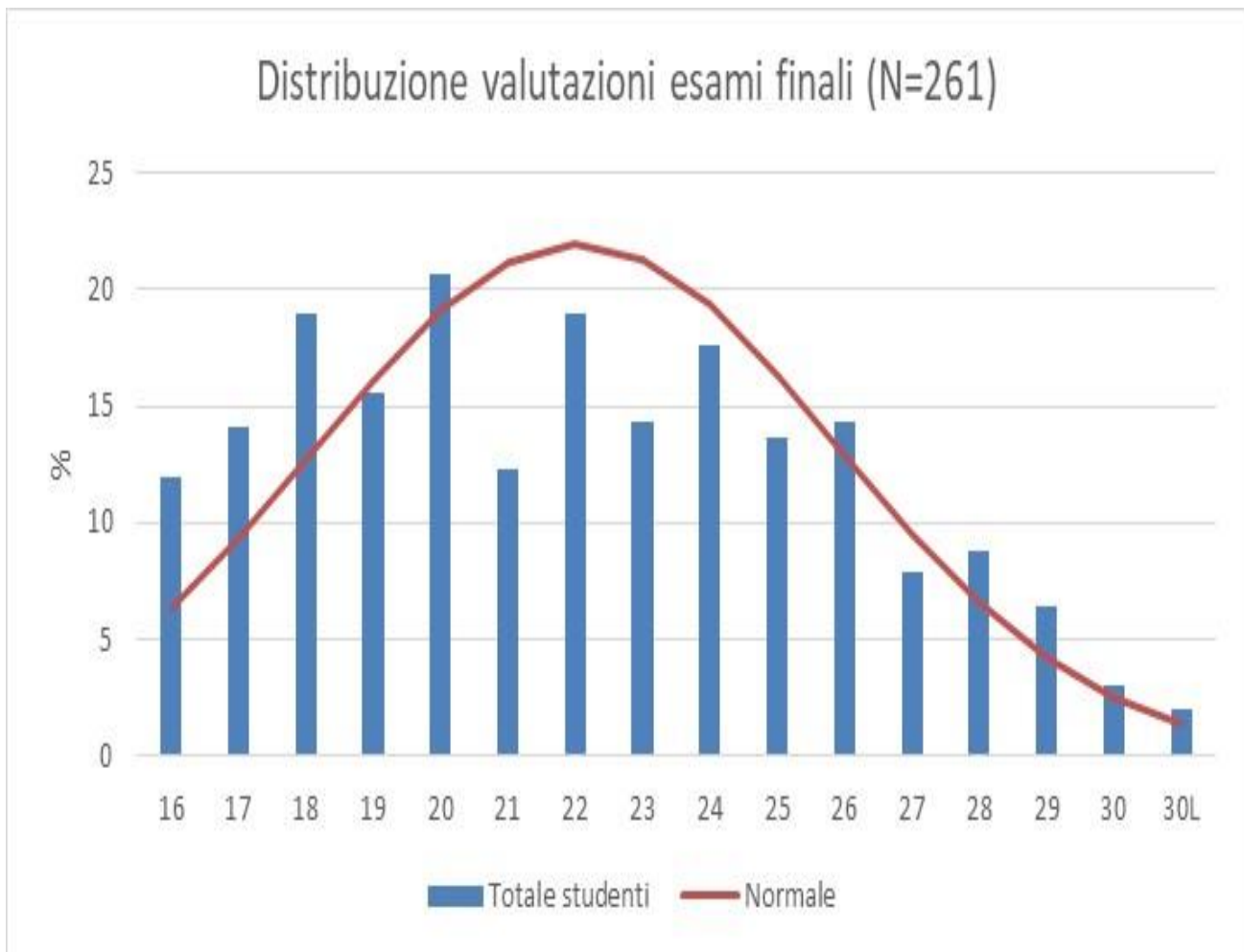


Fig. 1. Distribuzione delle valutazioni riportate nell'esame finale di fisica da 261 studenti dei corsi di Biotecnologie, Agraria, Viticoltura, Scienze Ambiente-Natura, Scienze-tecnologie alimentari.

Il successo formativo è stato raggiunto dall'80-90% degli studenti frequentanti (degli iscritti per il corso a numero chiuso di Biotecnologie), con significativi esiti di apprendimento valutati con criteri di ricerca sulle diverse tematiche [4, 15-17]. Si possono qui richiamare gli esiti relativi all'applicazione della terza legge della dinamica (con un miglioramento di risposte corrette da meno del 20% nelle prove d'accesso a oltre il 70% nell'esame finale), sulla lettura e interpretazione di grafici (dal 30% al 60%), sulla formazione delle immagini ottiche in situazioni standard (da meno del 20% al 70%, mentre resta problematica tale costruzione in situazioni non standard, come nel caso di una lente parzialmente oscurata), il ruolo della tensione di vapore nei fenomeni quotidiani (da meno del 30% al 60%).

Conclusioni

È stato condotto uno studio sull'insegnamento-apprendimento della Fisica nei corsi dell'area bio, avendo come cornice le ricerche svolte in quel campo. Presso l'Università di Udine sono stati progettati, messi a punto e sperimentati moduli formativi di didattica della fisica per cinque corsi di studio dell'Area bio-agro-alimentare. Una revisione dei contenuti tutt'ora in atto ha portato a virare gli insegnamenti verso i temi e i contenuti che riguardano più specificamente i corsi di studio coinvolti. L'approccio ai contenuti è stato quello di analizzare con gli studenti contesti significative per i rispettivi ambiti di studio per enucleare concetti e leggi fisiche coinvolte. Le attività didattiche sono state realizzate come interactive learning demonstration in cui gli studenti hanno un ruolo attivo, nell'analizzare fenomenologie, cimentarsi in problem solving, analizzare nodi concettuali. I risultati di apprendimento degli studenti sono stati significativi, per quello che riguarda sia il successo formativo che ha riguardato oltre l'80% dei frequentanti, sia l'apprendimento di concetti e contenuti, monitorato con criteri di ricerca da cui è emerso il raggiungimento di quello che McDermott chiama functional understanding [13], ossia la costruzione di una conoscenza che gli studenti sono in grado di attivare. A tale risultato ha contribuito in primis l'approccio contestualizzato adottato (RQ1). Il laboratorio sperimentale ha giocato un ruolo determinante perché ha dato la possibilità agli studenti di esplorare e costruire in situazioni reali le leggi fisiche alla base dei fenomeni studiati, utilizzando metodologie proprie della fisica e strumentazioni anche d'avanguardia simili a quella che poi saranno utilizzate nei rispettivi ambiti di studio e lavoro (RQ2). Particolarmente efficace è risultata la strategia di attivare strumenti differenziati di valutazione continua degli studenti realizzata in modo informale durante i corsi con questionari clicker in presenza, questionari in rete e con prove intermedie formalizzate e valide per l'esame finale (RQ3). Il processo di ricerca per l'innovazione didattica è tuttora in atto per aggredire quei nodi, per altro ben noti in letteratura [8, 13, 23], che restano problematici per una parte degli studenti, come ad esempio la padronanza sugli ambiti di validità delle leggi, la trattazione delle incertezze di misura, la comprensione dei grafici. È un aspetto questo che evidenzia criticità non risolte in merito ai quesiti RQ1 e RQ2 sui quali pure sono stati ottenuti risultati positivi. Infine, gli studenti del nostro campione hanno mostrato una debole preparazione in matematica [26]. Particolarmente critici sono stati i problemi inversi e la costruzione di relazioni formali, mentre per la maggioranza il ragionamento proporzionale è lo strumento formale principalmente utilizzato, su cui quindi andrebbe costruita la competenza matematica di questi studenti e si incentrerà parte della nostra futura ricerca.

Riferimenti bibliografici

- [1] AAAS-American Academy for the Advancement of Science (2011), *Vision and Change in Undergraduate Biology Education*, Washington, DC: AAAS.
- [2] Brewster E., Pelaez N.J., Cooke T.J. (2013), *From Vision to Change: Educational Initiatives and Research at the Intersection of Physics and Biology*, "CBE Life Sciences Education", 12, 117-119.
- [3] Bustamante C. (2004), *Of torques, forces and protein machines*, "Protein Science", 13, 3061-3065.
- [4] Caltun O., Michelini M., Stefanel A. (2017), *Magnetic phenomena and living systems in the bio area degrees*, Girep Conference, Dublin 3-7 July 2017.
- [5] Collins A, Joseph D, Bielaczyc K. (2004), *Design research: theoretical and methodological issues*, "J. Learn. Sci.", 13, 15-42.

- [6] Donovan D.A., Atkins L.J. et al. (2013), *Advantages and Challenges of Using Physics Curricula as a Model for reforming an Undergraduate Biology Course*, “CBE-Life Sciences Education”, 12, 215-229.
- [7] Dreyfus B.W., Gouvea J., Geller B., Redish E.F. (2014), *Chemical energy in an introductory physics course for life science students*, “American Journal of Physics”, 82(5), 403-411.
- [8] Hake R. (1998), *Interactive-engagement vs. traditional methods: a six thousand-student survey of mechanics test*, “AJP” 66, 64-74.
- [9] Heron P.R., Shaffer P.S., McDermott L.C. (2004), *Research as a Guide to Improving Student Learning*, Washington AAAS, pp. 33-38.
- [10] Hoskinson A.M., Couch B.A., Zwickl B.M. (2014), *Bridging Physics and Biology Teaching through Modeling*, “AJP” 82(5): 434-441.
- [11] Ivanitskaya L., Clark D., Montgomery G., Primeau R. (2002), *Interdisciplinary learning: Process and outcomes*, “Innovative Higher Education”, 27 (2) 95-111.
- [12] Manthey S., Brewster E. (2013), *Toward University Modeling Instruction. Biology: Adapting Curricular Frameworks from Physics to Biology*, “CBE-Life Sciences Education”, 12, 206-214.
- [13] McDermott L.C. (1991), *Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned. Closing the gap*, “AJP” 59, 301.
- [14] Meredith D.C., Redish E. (2013), *Reinventing physics for life-science majors*, “Physics Today”, 66, 28-43.
- [15] Michelini M., Stefanel A. (2016a), *Teaching Physics to non Physicist: Physics for Agricultural, Biotech and Environmental Sciences*, in Dębowska E., Greczyło T. (eds), *Key Competences in Physics Teaching and Learning*, GIREP, Wrocław, 142-149.
- [16] Michelini M., Stefanel A. (2016b), *Clicker per l'apprendimento attivo della Fisica degli studenti dell'area Bio*, Proceeding XXX Didamatica, http://didamatica2016.uniud.it/proceedings/dati/articoli/paper_106.pdf
- [17] Michelini M., Stefanel A. (2018), *Innovation in Physics Teaching/Learning for the formative success in introductory physics for Bio-Area degrees*, WCPE, SaoPaulo, Brasil, 10-15/07/2016.
- [18] O'Shea B., Terry L., Benenson W. (2013), *From F=ma to Flying Squirrels: Cutricular.*, “CBE-Life Science Education”, 12, 230-238.
- [19] Redish E.F., Hammer D. (2009), *Reinventing college physics for biologists: explicating an epistemological curriculum*, “AJP” 77, 629-642.
- [20] Redish E.F., Cooke T.J. (2013), *Learning each other's ropes: negotiating interdisciplinary authenticity*, “CBE-Life Sciences Education”, 12, 175-186.
- [21] Redish E.F., Hammer D. (2009), *Reinventing college physics for biologists: explicating an epistemological curriculum*, “AJP” 77, 629-642.
- [22] Redish E.F., Bauer, et al. (2014), *NEXUS/Physics: An interdisciplinary repurposing of physics for biologists.*, “AJP” 82, (5) 368-377.
- [23] Sokoloff D.R. (2016), *Active Learning of Introductory Light and Optics*, “Phys. Teach.”, 54:1, 18.
- [24] Svoboda Gouvea J., Sawtelle V., Geller B.D., Turpen C. (2013), *A Framework for Analyzing Interdisciplinary Tasks: Implications for Student Learning and Curricular Design*, “CBE Life Sciences Education”, 12, 187-206.
- [25] Watkins J., Coffey J.E., Redish E.F., Cooke T.J. (2012), *Disciplinary authenticity: enriching the reforms of introductory physics courses for life-science students*, “Phys. Rev. ST, Phys. Educ. Res.”, 8, 010112.
- [26] Watkins J., Elby A. (2013), *Context Dependence of Students' Views about the Role of Equations in Understanding Biology*, “CBE-Life Sciences Education”, 12, 274-286.