

NTIC: UN SITO WEB PER UN APPROCCIO FENOMENOLOGICO ALL'INSEGNAMENTO DELLE ONDE MECCANICHE

GAGLIARDI¹, MARTA; GIORDANO², ENRICA; RECCHI¹, MAURIZIO

¹ Università di Bologna, viale Berti-Pichat 6/2, 40127 Bologna (Italia).

² Università di Milano-Bicocca, Piazza Ateneo Nuovo 1, 20126 Milano (Italia).

Parole chiave: Sito web; Onde meccaniche; Formazione insegnanti; Scuola di base.

IL CONTESTO DELLA RICERCA

Il lavoro che presentiamo è stato realizzato all'interno del progetto nazionale di ricerca FFC* (Fisica per la formazione culturale) rivolto alla progettazione e realizzazione di materiali per la formazione iniziale e continua degli insegnanti, in particolare siti web e reti telematiche. Si trovano pertanto in FFC una serie di proposte emblematiche articolate su un ampio ventaglio di temi e di livelli scolastici. "Onde"*** è un sito dedicato in particolare a insegnanti della scuola primaria e secondaria di primo grado (alunni tra 4 e 15 anni). Il sito è stato progettato e realizzato con l'intento di guidare gli insegnanti nella organizzazione e gestione di percorsi di insegnamento/apprendimento che partendo dalla conoscenza comune portino gli allievi alla costruzione graduale di descrizioni/interpretazioni, disciplinarmente corrette, ma adeguate anche a bassi livelli di scolarità, della fenomenologia riguardante le Onde Meccaniche.

Il progetto è basato sui principali risultati del gruppo italiano di ricerca in didattica della fisica negli ultimi venti anni: "una progressiva comprensione di alto livello della fisica è effettivamente accessibile a una larga popolazione di studenti purché siano attivate strategie di insegnamento coerenti ed efficienti, su temi lunghi e a vasto raggio di azione" (P.Guidoni, 2004); "la nostra azione di insegnamento deve essere modellata così da provocare ... reazioni di apprendimento e comprensione altamente risonanti" (ibidem); "poiché vi sono problemi di comprensione dei concetti fisici così come vengono presentati nella sequenza tradizionale sarebbe importante esplorare nuovi modi di organizzare la conoscenza fisica" (M. Vicentini, 2004) così da "far in modo che chi apprende capisca i concetti fisici e apprezzi il valore culturale della fisica" (Grimellini Tomasini - O. Levrini, 2004)

Il formato web, rispetto a materiali più tradizionali (articoli su riviste, libri, contributi a libri,...), offre agli utenti una molto maggiore flessibilità di consultazione ed uso e consente agli autori un continuo aggiornamento del materiale, nelle più varie direzioni (estensione, approfondimento, revisione, documentazione, ...), in funzione delle esigenze sia degli estensori che degli utilizzatori.

Ha inoltre il vantaggio di poter offrire un ricco repertorio di materiale illustrativo di diverso tipo, che può diventare un prezioso strumento didattico in contesti particolarmente complessi già sul piano percettivo, come appunto avviene per i fenomeni di produzione e propagazione di onde meccaniche.

* generale <http://pctidifi.mi.infn.it/ffc>

** <http://www.df.unibo.it/ddf/PERC/Onde/>

ONDE: LE IPOTESI DI BASE

Dal punto di vista della conoscenza comune, le onde rappresentano un fenomeno “secondario”, in quanto sono rari i contesti di vita quotidiana in cui si riconosce percettivamente un fenomeno ondulatorio e non è necessario costruire condotte consapevoli nei loro confronti per affrontare situazioni pratiche. D'altra parte il loro studio appare necessario perché il concetto di onda costituisce un elemento fondante nell'interpretazione fisica della realtà. Tale studio viene però in genere considerato argomento da scuola secondaria superiore e università, in particolare perché è noto che la costruzione della descrizione matematica generale e la sua interpretazione nei diversi contesti rappresentano uno dei problemi più difficili da affrontare nell'insegnamento della fisica (e.g., Welti, 2002; Whittmann et al., 1999, Maurines, 1992).

Ponendoci in una prospettiva di insegnamento scientifico come mediazione culturale fra conoscenza degli alunni e conoscenza scientifica, riteniamo che lo studio delle onde richieda anzitutto di “creare familiarità” con la loro fenomenologia guidando gli allievi a riconoscerne e descriverne caratteristiche comuni in contesti percettivamente diversi (onde “visibili” nei diversi mezzi materiali). Pensiamo che sia possibile e necessario avviare alla sperimentazione e descrizione dei fenomeni ondulatori “visibili” a cominciare dalla scuola primaria, perché si possono costruire già sul piano qualitativo modi di guardare fondamentali per la descrizione/interpretazione scientifica. Pensiamo che, senza questa prima fase di costruzione dell'idea di onda attraverso l'individuazione delle variabili fondamentali e delle loro dipendenze in contesti meccanici percettivamente dominabili, non sia possibile impadronirsi cognitivamente, ai livelli più alti di scolarità, della formulazione matematica del concetto fisico di onda, neanche laddove si faccia uso delle Nuove Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (NTIC) per uno studio puntuale e multiprospettico delle equazioni delle onde (Recchi, 2004).

Coerentemente con il modello “risonante” dei processi di apprendimento già menzionato, abbiamo costruito una proposta di studio delle onde basata su un approccio fenomenologico che coinvolge chi apprende nel tipico gioco tra i diversi piani dell'esperienza sensibile, dei linguaggi rappresentativi, delle rappresentazioni ed interpretazioni che caratterizza il processo di costruzione della conoscenza scientifica. (Guidoni, 1975; Bonelli Maiorino P., Gagliardi M., Giordano E., 2003)

Per realizzare la fase di familiarizzazione già menzionata, si è operata la scelta di proporre percorsi che partano dalla esplorazione libera di contesti il più vari possibile, senza preoccuparsi di evitare situazioni difficilmente riconducibili alle forme ondulatorie più semplici. L'ampio panorama che deriva dalla libera esplorazione consente di identificare “problemi di descrizione/interpretazione” che costituiscono il primo passo nella costruzione di modi scientifici di guardare alla fenomenologia considerata e consentono di operare le scelte successive delle situazioni da esaminare seguendo esigenze cognitive che nascono dagli allievi stessi (e sono pertanto motivanti) invece di corrispondere ad una (generalmente inefficace) “linearizzazione” del percorso concettuale operata a priori dall'insegnante (o dall'autore del libro di testo) e non dominabile da parte degli allievi. Viene cioè invertita nella nostra proposta la sequenza più tradizionale che parte da situazioni di laboratorio in cui si propagano onde che potremmo definire quanto più semplici possibile (tipicamente impulsi monodimensionali) in mezzi opportunamente scelti (corda) per passare successivamente a situazioni via via più complesse (onde nelle molle, nell'acqua ..), ma sempre accuratamente preparate per evidenziare soltanto gli aspetti che si pensa sia possibile studiare al livello scolastico considerato.

Noi non riteniamo invece che a scuola si debba “vedere” e “parlare” solo di quello che si ritiene di poter compiutamente spiegare, ma che si debba trasmettere la consapevolezza che la conoscenza scientifica è sempre parziale ed in evoluzione, in quanto non può procedere altrimenti che per schematizzazioni (sia pure via via più raffinate e complesse) di una realtà che non potrà mai essere esaustivamente dominata nella complessità e particolarizzazione dei singoli “fatti” ed “oggetti” che la costituiscono. Da questo punto di vista percorsi che necessariamente portino ad interpretare solo parte delle situazioni di partenza, ma la cui costruzione avvenga seguendo fili che si tessono esplicitamente nel corso delle attività scolastiche stes-

se, oltre a risultare più motivanti sul piano cognitivo diventano anche più significativi sul piano metacognitivo di una riflessione sul processo (storico ed individuale) di costruzione della conoscenza scientifica.

LE FINALITÀ DEL PROGETTO E L'ARTICOLAZIONE DEL SITO

Siamo partiti prendendo in considerazione i risultati delle ricerche nazionali e internazionali relative agli ostacoli concettuali che rendono difficile la comprensione del punto di vista scientifico sui fenomeni relativi alle onde meccaniche. Abbiamo inoltre utilizzato le sperimentazioni svolte dal nostro gruppo di ricerca che vede coinvolti, accanto ai docenti universitari, laureandi, insegnanti in formazione ed insegnanti in servizio che lavorano in alcune classi-laboratorio di vari livelli scolari. Abbiamo quindi progettato il sito allo scopo di:

- *Suggerire un percorso per affrontare e superare gli ostacoli concettuali segnalati in letteratura.* Proponiamo la costruzione longitudinale di un concetto di onda che prenda avvio dalla scuola primaria attraverso i seguenti passaggi fondamentali: costruzione dello schema di base sorgente-mezzo-onda; individuazione delle diverse fenomenologie “elementari” che si sovrappongono nella propagazione di onde in regioni spazialmente confinate; ricostruzione del principio di sovrapposizione; studio delle fenomenologie complesse generate da situazioni particolari di sovrapposizione.
- *Preparare materiale flessibile* che possa essere utilizzato da utenti con differenti preparazioni di base in fisica e differenti attitudini verso le scienze e la matematica come gli insegnanti della scuola dell’infanzia e della scuola elementare (che in Italia hanno attualmente una formazione prevalente nelle materie socio-pedagogiche e una preparazione generalmente carente sugli argomenti scientifici) e gli insegnanti di scienze della scuola media e della scuola secondaria superiore (che in Italia sono laureati in materie scientifiche ma hanno una preparazione generalmente carente sul piano pedagogico e didattico).
- *Guidare chi utilizza il sito a raggiungere le competenze professionali richieste dal livello scolare nel quale insegna.* Suggeriamo situazioni che possono essere costruite e osservate, proponiamo modi di descrivere i fenomeni secondo livelli di interpretazione e formalizzazione che sono differenziati attraverso i differenti livelli di età, dalla scuola dell’infanzia alla scuola secondaria. La grande maggioranza delle attività sperimentali suggerite possono essere realizzate anche da studenti della scuola primaria, in quanto sono esperimenti qualitativi. A livelli di scolarità più avanzati è possibile raggiungere gradualmente il livello quantitativo, realizzando esperimenti e discutendo modelli che guidano nello studio dell’oscillatore armonico e nell’interpretazione dell’equazione rappresentativa delle onde sinusoidali monodimensionali.
- *Documentare percorsi di apprendimento realizzati in differenti livelli scolari che possono suggerire modi diversi di esplorare il territorio dei fenomeni legati alle onde meccaniche.* Ci sono esempi di lavori fatti, secondo i modelli proposti, in classi sperimentali con studenti di diverse età. La loro analisi permette di rendersi conto sia delle conoscenze, abilità, strategie cognitive che caratterizzano gli allievi delle diverse età, sia dell’azione di mediazione tra la conoscenza spontanea e la conoscenza scientifica messa in atto dagli adulti sperimentatori.

Su queste basi il sito WEB è stato strutturato in quattro parti:

- **Presentazione** Oltre all’illustrazione particolareggiata della struttura del sito, questa parte contiene in particolare gli assunti disciplinari, cognitivi e didattici che contraddistinguono il modello di educazione scientifica alla base della proposta. **Mappa concettuale** Questa parte presenta la rete concettuale che si trova alla base dell’articolazione delle tappe cognitive suggerite per la costruzione di percorsi didattici sulle onde.
- **Schede** Consiste in una raccolta di schede (alcune attualmente ancora in corso di stesura), che presentano esperienze ed esperimenti raggruppati per temi.

Le schede sono raggruppate in una “Griglia” secondo una doppia classificazione, che fa riferimento da un lato alle tappe cognitive descritte nella Mappa concettuale, dall’altro ai diversi contesti fisici (acqua, molle, corde, ecc) nei quali vanno eseguite le esperienze proposte.

Ogni scheda è organizzata nelle seguenti voci:

- *Obiettivi* di una singola scheda o gruppo di schede
- *Materiale* elenca e mostra il materiale necessario alla realizzazione delle attività.
- *Attività proposte* guida nella realizzazione delle attività sperimentali o di simulazione.
- *Analisi dell’esperienza* guida nella riflessione su procedimenti e risultati, propone descrizioni e interpretazioni ad un primo livello che non richiede ulteriori conoscenze sul piano fisico e formale.
- *Approfondimenti* propone interpretazioni a livelli più avanzati sul piano fisico e formale. La sezione attualmente contiene la documentazione delle attività svolte nelle classi durante la sperimentazione (esperienze ed esperimenti, anche on-line, discussioni e relazioni individuali e di gruppo degli allievi, commenti degli insegnanti) ed un primo elenco (da ampliare) di voci bibliografiche ed indicazioni di altri siti. E’ prevista l’aggiunta di ulteriori sottosezioni.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

Riteniamo che in relazione allo studio delle onde una base di esperienza e di formalizzazione qualitativa, coerente, generale e ben strutturata, può favorire i successivi apprendimenti in termini formali avanzati, che la ricerca mostra essere difficili da apprendere in modo significativo nella scuola superiore.

A seguito di test effettuati con insegnanti in servizio e futuri insegnanti (nostri studenti dei corsi universitari sono i futuri insegnanti della scuola dell’infanzia, della scuola primaria e della secondaria di primo grado) stiamo rivedendo e completando il sito e progettando un’estensione della proposta per l’acustica, l’ottica e più in generale le onde elettromagnetiche.

Speriamo di trovare partners di altri Paesi interessati nella preparazione culturale e professionale degli insegnanti e nell’innovazione scolastica per disseminare il nostro approccio e monitorare la futura applicazione del nostro modello.

BIBLIOGRAFIA

- BONELLI MAIORINO P., GAGLIARDI M., GIORDANO E.,(2003) Metacognizione come metacoscienza: l’insegnamento della fisica- in Albanese O., Doudin P. A., Martin D. *Metacognizione ed educazione*. Nuova edizione riveduta e ampliata Milano: Franco Angeli, 232-251.
- GRIMELLINI TOMASINI N. (2004) Teaching Physics from a cultural perspective: Examples from Research in Physics Education *Proceedings of Course CLV Research on Physics Education of the Italian Physical Society* edited by E.F. Redish and Matilde Vicentini IOS Press, pp. 559-582.
- GUIDONI P., (1975) On natural thinking, *Europea. Journal of Science Education*.
- GUIDONI P. (2004) Re-thinking Physics for teaching: Research Problems and Hints, *Proceedings of Course CLV Research on Physics Education of the Italian Physical Society* edited by E.F. Redish and Matilde Vicentini, IOS Press 223-277.
- MAURINES L. (1992) Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical waves *International Journal of Science Education*, 14 (3), 279-293.
- RECCHI, MAURIZIO (2004) Capire le onde: Internet come risorsa? *La Fisica nella Scuola*, 3, 107-121.
- VICENTINI M. (2004) Thinking Physics for Teaching *Proceedings of Course CLV Research on Physics Education of the Italian Physical Society* edited by E.F. Redish and Matilde Vicentini, IOS Press, pp. 65-78.
- WELTI R. (2002) Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energia de las ondas *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 261-270.
- WITTMANN M. C., STEINBERG R. N., REDISH E. F. (1999) Making Sense of How Students Make Sense of Mechanical Waves *The Physics Teacher* Vol 37, 15-20.